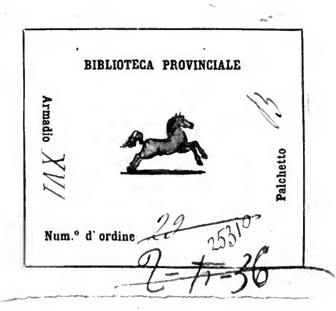



BIBLIOTECA PROVINCIALE
Armadio
Palchetto
Num.° d' ordine

PORTEFEUILLE

DE L'INGÉNIEUR

DES CHEMINS DE FER

Paris. — Typographie Hennuyer, rue du Boulevard, 7.

PORTEFEUILLE

DE L'INGÉNIEUR

DES CHEMINS DE FER

PAR

M. Auguste PERDONNET

Ancien élève de l'École polytechnique, professeur à l'École centrale
des Arts et Manufactures, ancien ingénieur en chef de plusieurs chemins de fer,
Membre du Comité de direction des chemins de fer de l'Est ;

ET

M. Camille POLONCEAU

Ancien directeur des chemins de fer d'Alsace, ingénieur en chef, régisseur
du matériel et de la traction du chemin de fer d'Orléans.

—



DEUXIÈME ÉDITION

REVUE

PAR M. A. PERDONNET

TEXTE

PARIS

LIBRAIRIE SCIENTIFIQUE, INDUSTRIELLE ET AGRICOLE
DE E. LACROIX
15, QUAI MALAQUAIS, 15.

1861



INTRODUCTION

DE LA PREMIÈRE ÉDITION.

Il n'a paru jusqu'à ce jour aucun ouvrage de quelque étendue sur la construction et sur le matériel des chemins de fer. Celui que nous livrons aujourd'hui à la publicité n'est pas un traité sur la matière; un pareil travail eût été au-dessus de nos forces.

Le titre même que nous avons adopté témoigne de la modestie de nos prétentions.

Le *Portefeuille de l'Ingénieur des chemins de fer* ne sera qu'un recueil de dessins, de notes, de documents et de devis relatifs à la construction des chemins de fer.

Il contiendra très-peu de considérations théoriques, mais beaucoup de faits, beaucoup de chiffres, qui plus tard pourront servir de base à la théorie.

L'industrie des chemins de fer est nouvelle en France. Nous sommes du nombre des ingénieurs qui, les premiers, l'y ont introduite. C'est le résultat d'une pratique de quelques années que nous venons offrir à nos camarades appelés aujourd'hui à parcourir la même carrière. Quelque incomplets que soient les renseignements que nous pouvons leur fournir, quelque courte que soit notre expérience, nous espérons que la lecture de cet écrit et l'étude des planches qui l'accompagnent ne leur sera pas sans utilité.

Les travaux de construction des chemins de fer se divisent en deux grandes sections :

Travaux de terrassements et travaux d'art.

Nous présenterons dans les premières livraisons de cet ouvrage quelques considérations générales sur les terrasse-

ments [1] et sur la pose de la voie en fer, mais nous ne parlerons pas des travaux d'art.

Le matériel des chemins de fer comprend les rails, coussinets, traverses, changements de voie, plaques tournantes, chariots divers, etc.

Il comprend aussi les machines.

La description des machines exigerait des plans sur une grande échelle que n'admet pas le format du *Portefeuille de l'Ingénieur,* et un texte tout spécial [2]; elle sort du cadre limité que nous nous sommes imposé. Nous n'avons pour but que l'étude des autres parties du matériel et celle de la disposition des gares, œuvre déjà vaste et importante.

Nous nous sommes attachés surtout à reproduire les meilleurs modèles de chaque nature de mécanisme appartenant au matériel, et cependant nous en avons aussi publié quelques-uns qui sont reconnus aujourd'hui défectueux; si ces derniers n'ont pas été complétement écartés de notre collection, c'est que nous avons pensé qu'il était nécessaire de connaître certains essais qui ont été tentés, ne fût-ce que pour les éviter : n'est-il pas d'ailleurs tel appareil qui a pu paraître mauvais dans un cas donné et qui serait excellent dans d'autres circonstances, tel appareil imparfait dont l'étude peut conduire à de véritables améliorations?

Le format que nous avons adopté pour les planches du *Portefeuille* paraîtra peut-être de trop petite dimension.

Sans doute il ne permet pas toujours de représenter les

[1] M. Carl Etzel, architecte, ancien chef de bureau au chemin de fer de Versailles (rive gauche), a publié sur l'exécution des terrassements au moyen de chemins de fer les notes qu'il avait recueillies sur la matière dans un voyage entrepris par lui en Angleterre aux frais et par les ordres de la Compagnie de la rive gauche. On trouve, dans l'ouvrage de M. Etzel, d'utiles renseignements sur ce genre de travail.

[2] Nous avons autorisé M. Félix Mathias, sous-ingénieur du matériel au chemin de fer de Versailles (rive gauche), ancien élève de l'Ecole centrale, à lever les plans d'une des meilleures machines locomotives de Sharp-Roberts, achetées par la Compagnie de la rive gauche. Ces plans vont être publiés par lui, à la librairie Mathias, sur une très-grande échelle, et seront accompagnés d'une notice explicative et comparative détaillée.

objets avec autant de netteté qu'on pourrait le désirer, mais les cotes nombreuses dont presque toutes les figures sont accompagnées remédient à cet inconvénient, et le petit format offre ce grand avantage de réunir sous un faible volume une masse considérable de matériaux.

Certains objets sont représentés dans le *Portefeuille* par des dessins assez détaillés pour suffire à l'exécution, dans le cas où l'on voudrait en reproduire une copie fidèle. Pour d'autres, nous n'avons pu nous procurer que des images incomplètes, ou même nous avons volontairement omis les détails.

Il est rare qu'un ingénieur veuille imiter servilement ses devanciers. Les études porteront alors sur l'ensemble, sur les traits principaux, et il trouvera dans le *Portefeuille* des planches d'ensemble qui le conduiront à son but, en lui permettant de comparer d'un seul coup d'œil les différents systèmes en usage. (Voir les planches de waggons de terrassement, voitures pour les voyageurs, etc.) Lorsque ensuite il voudra terminer ses projets, il examinera les planches de détail, que nous donnons pour quelques-uns des meilleurs modèles, et, s'il lui restait encore des lacunes à combler, son bon sens et sa propre pratique lui en procureront les moyens.

Un ouvrage de la nature de celui que nous publions peut bien faciliter le travail à l'ingénieur, mais ne saurait le lui éviter.

Il nous eût été impossible de fournir pour chaque objet des dessins d'exécution; mais nous déclarons que nous ne l'eussions pas fait, lors même que les matériaux nécessaires eussent été en notre possession, car cet ouvrage fût alors devenu excessivement coûteux, et l'une des principales conditions qu'il nous semble devoir remplir est celle d'être à la portée des hommes auxquels il est plus particulièrement destiné.

L'ouvrage ne vieillira pas; nous nous procurerons les dessins des modèles nouveaux et nous les publierons comme appendice. Nous ferons également paraître sous le même

titre tous les renseignements numériques ou documents divers qu'ils parviendront à rassembler.

Toutes les planches du *Portefeuille* ont été exécutées sous la direction de M. Félix Mathias, sous-ingénieur du matériel au chemin de Versailles (rive gauche) ; beaucoup des documents qui accompagnent le texte ont été réunis par ses soins: nous ne saurions trop nous louer du zèle, du dévouement et de l'intelligence avec lesquels il nous a si puissamment secondés dans ce travail.

Enfin, nous devons un témoignage public de notre reconnaissance aux hommes de l'art qui, tous, sans exception, se sont empressés de répondre aux questions que nous leur avons adressées, et de nous fournir de précieux renseignements : à M. Masuy, directeur général de l'exploitation des chemins de fer belges ; à MM. Prisse et Mauss, ingénieurs des ponts et chaussées au service de Belgique ; à M. Bazaine, ingénieur, qui a construit, avec M. Chaperon, le chemin de Bâle à Strasbourg ; à M. Clapeyron, ingénieur en chef des chemins de fer de Saint-Germain et de Versailles (rive droite) ; à M. Jullien, ingénieur en chef du chemin d'Orléans ; à M. Clarke, ingénieur du matériel du même chemin ; à MM. Didion et Talabot, ingénieurs en chef du chemin de fer d'Alais à Beaucaire ; à M. Arnoux, directeur de l'atelier de construction et réparation des messageries Laffitte-Caillard ; à M. Thibaudeau, secrétaire de la Compagnie du chemin de fer de Paris à Rouen, et à M. Guillaume, agent général de la Compagnie du chemin de fer de Saint-Etienne à Lyon.

PORTEFEUILLE

DE L'INGÉNIEUR

DES CHEMINS DE FER

DISTRIBUTION DES MATIÈRES.

Les notes qui accompagneront les planches que nous publions sur l'établissement de la voie et sur le matériel des chemins de fer, se diviseront de la manière suivante en neuf chapitres :

1° De l'espace occupé par les différentes parties d'un chemin de fer;

2° Des terrassements;

3° De l'établissement de la chaussée et des cahiers de charges pour la fourniture des matériaux qui servent à la construction, y compris les dés et les traverses;

4° Des différentes parties de la voie proprement dite, non compris les changements de voie, plaques tournantes, etc., telles que rails, coussinets, dés et traverses, et des cahiers de charges pour la fabrication des rails et des coussinets;

5° De la pose et de l'entretien de la voie;

6° Des changements de voie, des plaques tournantes, chariots et autres mécanismes semblables, des cahiers de charges pour la fabrication de ces objets;

7° Des grues hydrauliques, réservoirs, etc.;

8° Des différentes espèces de waggons :

a Pour les terrassements;

b Pour le transport de la houille;

c Pour le transport des marchandises diverses (coton, métaux, bois, chaux);

d Pour le transport des voyageurs;

e Pour le transport des voitures;

f Pour le transport des chevaux;

g Pour le transport des bestiaux;

h Pour l'ensablement de la voie.

Des cahiers de charges pour la fabrication des roues, des pièces et des caisses de waggons de voyageurs et autres.

9° De la disposition des gares.

Ces notes seront suivies de devis ou prix de revient aussi détaillés que nous aurons pu nous les procurer.

CHAPITRE I.

DE L'ESPACE OCCUPÉ PAR LES DIFFÉRENTES PARTIES D'UN CHEMIN DE FER.

Une des premières questions que l'on ait à résoudre lorsqu'on entreprend d'établir un chemin de fer est celle de savoir *quel sera l'espace occupé par les différentes parties du chemin.*

Pour y parvenir, il faut commencer par déterminer exactement le plan et les profils du chemin. Cela fait, il reste à fixer la largeur du chemin en déblai, en remblai et sur les ouvrages d'art, l'inclinaison des talus en deblai et en remblai, la largeur des fossés à creuser ou des sentiers à ménager entre le sommet des talus en déblai ou le pied de ces talus en remblai, et la barrière qui sépare le chemin des propriétés voisines; l'ouverture et la hauteur des ponts et des souterrains, l'empatement à donner aux remblais sur certains terrains, l'étendue des gares extrêmes et celle des gares intermédiaires, et aussi celle des gares de dépôt pour les matériaux, ainsi que l'espace occupé par les ateliers ou magasins et par les chantiers qui en dépendent.

Les moindres erreurs commises dans ce calcul de

l'espace occupé par les différentes parties du chemin peuvent devenir la source d'augmentations de dépense quelquefois considérables, car on paye toujours pour les petites portions de terrain qu'exigent les agrandissements un prix beaucoup plus élevé que pour la bande principale, achetée dès l'origine.

Dans l'estimation du terrain occupé par le chemin aussi bien que dans celle du cube des terrassements, il ne faut pas oublier que les profils en long sont ordinairement pris à la hauteur des rails et que la chaussée en sable ou pierres concassées, sur laquelle la voie est fixée, a généralement de 50 à 60 centimètres d'épaisseur.

§ 1. Dimensions de la surface du chemin.

La largeur totale du chemin se compose sur les remblais de celle des voies, de l'entre-voie et des accotements, et dans les tranchées, des mêmes éléments, plus la largeur des fossés.

Largeur de la voie.

La largeur de la voie sur tous les chemins de fer servant au transport des voyageurs en France et en Belgique, ainsi que sur la plupart des chemins anglais, est de $1^m,50$ d'axe en axe des rails ou de $1^m,44$ (4 pieds 8 pouces anglais) seulement, si on la prend de la face intérieure d'un rail à la même face du rail parallèle.

Sur le chemin de Londres à Yarmouth, dit *Eastern Counties rail-way*, la largeur de la voie est

un peu plus grande. Prise intérieurement, elle est de $1^m,52$ (5 pieds anglais). Sur les chemins de Dundee à Arbroath et d'Arbroath à Forfar (Ecosse), elle s'élève à $1^m,68$ (5 pieds 6 pouces anglais).

Sur les chemins d'Irlande et sur ceux établis en Russie (chemin de Saint-Pétersbourg à Zarcoeselo), on a porté cette largeur à $1^m,83$ (6 pieds anglais); sur ceux de Hollande, à $1^m,93$ (6 pieds 4 pouces); enfin, sur le chemin de Bristol, M. Brunel fils a adopté une voie large de $2^m,13$ (7 pieds) de dedans en dedans, ou moitié en sus de la distance usitée, $1^m,44$.

Le but que l'on s'est principalement proposé en agrandissant l'espace entre les rails est de se ménager la possibilité de construire des machines locomotives plus larges avec des roues de plus grand diamètre, munies de chaudières plus puissantes, et, par suite, capables de marcher à des vitesses supérieures.

Il est vrai de dire qu'effectivement avec les machines employées aujourd'hui on dépasse sur le chemin de Bristol la vitesse moyenne des autres chemins anglais. Nous avons voyagé plusieurs fois sur ce chemin, et la vitesse, dont nous avons pris note, a toujours dépassé d'environ un quart celle de la plupart des autres chemins d'Angleterre. Elle a été de dix à douze lieues, tandis qu'elle n'est sur les autres lignes que de huit à neuf lieues.

Mais les machines des chemins qui ont la voie

ordinaire n'ont pas atteint leur maximum de puissance. Bien que la surface de chauffe en ait été considérablement agrandie, elle est encore susceptible d'augmentation, d'où il résulte qu'il serait possible, sans rien changer à l'écartement des rails, de construire des machines capables de traîner des charges considérables et d'approcher cependant beaucoup, avec ces charges, des vitesses les plus grandes que permette la résistance de l'air.

L'utilité d'un agrandissement de la voie n'est donc pas suffisamment démontrée par l'expérience acquise jusqu'à ce jour. Y reconnût-on certains avantages, et notamment celui de permettre une plus grande vitesse, il y aurait encore à examiner jusqu'à quel point ces avantages sont en rapport avec un surcroît de dépense dans l'établissement des chemins.

On conçoit d'ailleurs que la solution doit varier suivant les pays. La vitesse a plus ou moins de valeur, selon les besoins du commerce, dans chaque localité; et l'on ne doit pas oublier que ces besoins vont constamment en augmentant, puisqu'on regrette aujourd'hui d'avoir établi des canaux à petite section sur plusieurs lignes en Angleterre, au service desquelles ils suffisaient cependant lorsqu'on les a construits.

Quelques fabricants de machines ont demandé que la voie fût élargie, afin, disaient-ils, que, les pièces des machines occupant un plus grand espace,

il en résultât plus de facilité dans la construction et dans l'entretien. Leurs réclamations ne nous paraissent pas fondées; car, lorsque dans les machines actuelles les pièces sont bien disposées, on les visite et on les démonte sans aucune difficulté. Cette objection disparaîtra d'ailleurs devant les simplifications que chaque jour apporte au mécanisme des machines, et surtout devant celles imaginées tout récemment par l'habile Robert Stephenson.

M. de Ridder construit en ce moment de Gand à Anvers un chemin économique avec une voie de 1^{m},10 de largeur seulement, sur une ligne qu'on pourrait appeler de second ordre, eu égard à l'activité de la circulation [1].

Il nous semble rationnel de classer ainsi les chemins de fer suivant leur degré d'importance, comme cela se fait pour les routes ordinaires et pour les canaux. On aurait alors des chemins de fer comme des canaux, à grandes et à petites sections.

L'entre-voie, sur la plupart des chemins de fer en France et en Belgique, est de 1^{m},80; sur le chemin de Londres à Birmingham elle est de 1^{m},92; sur le chemin de Bristol, de 1^{m},87; sur le chemin de fer de Bruxelles à Mons, de 2^{m},50.

On détermine la largeur de l'entre-voie de ma- Largeur de l'entre-voie.

[1] Les machines locomotives avec leur tender ne pèsent pas, sur ce chemin, plus de cinq tonnes. Les waggons sont aussi très-légers; leurs ressorts remarquablement petits, et cependant suffisamment forts, ne pèseront que 13 kilogrammes pièce.

nière que deux convois marchant en sens contraire venant à se rencontrer, il reste entre les caisses des voitures un espace libre, assez grand pour que les marchepieds ne puissent se choquer et que les voyageurs ne puissent se tuer en sortant la tête par les portières.

La distance entre les caisses des voitures est sur le chemin de Versailles (rive gauche) de $0^m,84$, et entre les marchepieds, de $0^m,45$. Un homme placé dans l'entre-voie pourrait à la rigueur rester debout au milieu, lors du passage de deux convois, sans être atteint. Mais l'entre-voie et la largeur des voitures ne sont pas, comme on pourrait le supposer, calculées dans cette prévision, car il y a lieu de penser qu'un promeneur dans cette situation critique ne pourrait sauver sa vie que s'il avait assez de présence d'esprit pour se coucher par terre.

Nous croyons avoir donné aux voitures du chemin de Versailles (rive gauche) une largeur qu'on ne saurait guère dépasser avec la voie actuelle de $1^m,50$. L'écartement de $1^m,80$ entre les deux voies nous paraît donc suffisant. Mais il faut éviter de réduire cet espace, comme on l'a fait quelquefois en soutenant des ponts en charpente par des colonnettes posées au milieu de l'entre-voie. Un mécanicien et un conducteur de convois ont été, au chemin de la rive gauche, tués en se frappant la tête contre une de ces colonnettes.

Si sur le chemin de Bruxelles à Mons on a porté

la largeur de l'entre-voie à 2m,50, c'est afin, nous a-t-on dit, de pouvoir au besoin augmenter la largeur des voies.

Sur le chemin de Saint-Etienne à Lyon, l'entre-voie n'étant que de 1 mètre, on s'est trouvé fort gêné pour la construction des voitures et obligé de leur donner une grande longueur, en faisant porter la caisse sur deux trains séparés.

Sur le chemin de Liverpool à Manchester, construit vers la même époque que celui de Saint-Etienne à Lyon, l'entre-voie est plus grande : elle est de 1m,55; mais l'expérience a prouvé que sa largeur était insuffisante. On l'a augmentée sur tous les chemins de quelque importance construits depuis lors, et portée à 1m,80 ou 1m,90.

Largeur des accotements.

Quant à la largeur des accotements, elle varie, ainsi que l'inclinaison des talus, avec la nature des terrains. Elle doit être d'autant plus grande que le sol sur lequel repose la voie est plus mauvais. Nous trouvons cette prescription dans les cahiers de charges anglais. Ainsi, sur le remblai en terrain ordinaire, elle est de 50 centimètres plus grande que dans les tranchées. Lorsque le terrain est marécageux, c'est au contraire dans les tranchées qu'elle est la plus grande. Dans certains terrains de ce genre, elle est de 3 mètres en tranchée, et de 1m,50 à 2 mètres en remblai. Cette largeur est nécessaire pour que l'ébranlement produit lors du passage des convois ne puisse pas déterminer aussi facile-

ment des éboulements, et pour que, dans le cas où des éboulements auraient lieu, les voies ne puissent être entraînées ou couvertes aussi facilement.

Sur le chemin de Versailles (rive gauche), l'accotement compris entre la partie extérieure du rail et le bord du fossé en tranchée, sur un bon terrain, est de $0^m,87$, en remblai de $1^m,57$, soit $0^m,90$ et $1^m,60$, si on compte à partir de l'axe du rail.

Sur le chemin de Bristol, en terrain ordinaire, la distance depuis l'extérieur du rail à la crête du remblai ou à l'arête du fossé est de $1^m,45$; sur le chemin de Liverpool à Manchester, de $1^m,52$; sur celui de Londres à Birmingham, de $2^m,20$. Sur les nouveaux chemins belges (chemin de Bruxelles à Mons), elle est de $1^m,75$.

La largeur des accotements du chemin de la rive gauche paraît donc être trop faible, surtout en tranchée. Nous pensons que cette largeur ne doit pas être moindre que $1^m,50$, et qu'il y a tout avantage pour le service et pour la sûreté de la circulation à l'augmenter.

Dans les souterrains, et quelquefois sur les ouvrages d'art, on diminue la largeur de l'accotement afin de réduire la dépense. Les eaux s'écoulent alors par un fossé ou par un aqueduc placé au milieu. (Voir pl. II, série A, fig. 4.) Lorsqu'on n'a pas à craindre les eaux du dehors, on supprime les fossés, comme dans un des souterrains, fig. 5.

Il ne faut pas oublier qu'une trop grande réduc-

tion de la largeur de l'accotement dans les souterrains peut exposer les voyageurs à de sérieux accidents.

L'administration des ponts et chaussées prescrit, pour la largeur de l'accotement sur les chemins de fer, cette largeur étant prise entre la face des rails extrêmes et l'arête extérieure[1] du chemin, 1 mètre en déblai, en souterrain et sur les ponts, et 1^m,50 en remblai.

La largeur des fossés, et en général toutes leurs dimensions, doivent être en rapport avec la quantité d'eau qu'ils sont destinés à recevoir. Dimensions des fossés.

Dans les tranchées longues et profondes, où ils reçoivent non-seulement l'eau provenant de la voie, mais aussi celles qui coulent sur les talus en masses considérables, il est quelquefois difficile de les dégorger ; ils doivent alors avoir une grande capacité. Leur profondeur doit être, dans tous les cas, calculée de manière que le fond se trouve un peu au-dessous de la base de la couche de sable ou de pierres concassées formant la chaussée qui doit être aussi sèche que possible.

Cette profondeur doit être en général plus grande dans les terrains aquifères que dans les terrains ordinaires, afin d'augmenter la hauteur de la partie desséchée qui sépare la voie du terrain humide,

[1] Cette expression, employée dans les cahiers des charges, signifie sans doute l'arête qui borde les fossés dans les tranchées. Il serait nécessaire de l'exprimer clairement.

car si les trépidations se transmettaient à ce terrain, les rails seraient exposés à de perpétuels dérangements.

Nous dirons plus loin, en traitant de la construction de la chaussée, comment, sur le chemin de la rive gauche, on est parvenu, en l'établissant d'une certaine manière et l'asséchant au moyen de fossés profonds, à traverser un terrain aquifère des plus mous.

Les dimensions des fossés dans une grande tranchée du chemin de Versailles (rive gauche), dite tranchée de Clamart, sont : largeur en gueule, $0^m,90$; largeur au fond, $0^m,24$; profondeur, $0^m,60$. Le talus du mur en pierre sèche qui borde le fossé du côté de la voie est incliné à raison de 1 dixième de base pour 1 de hauteur, et le talus du côté opposé, étant taillé dans le terrain, est incliné à raison de 1 de base pour 1 de hauteur.

Cette tranchée ayant 1,700 mètres de longueur et une profondeur maxima de $16^m,86$, ces dimensions sont insuffisantes.

On doit dégorger les fossés aussi souvent que le nécessite leur capacité et que le permettent les localités. Dans notre grande tranchée de Clamart on a foncé quatre puits absorbants ou puisards sur la longueur de 1,700 mètres. En augmentant le nombre de ces puisards, on eût pu suppléer à l'insuffisance de grandeur des fossés et leur conserver de petites dimensions.

Le terrain des environs de Paris se prête admirablement, par la nature des couches qui le composent, à l'établissement des puits absorbants. Tous les terrains ne possèdent pas cet avantage.

En général, il est de la plus haute importance de préserver aussi bien que possible par des moyens quelconques tous les ouvrages d'un chemin de fer et notamment la voie, du contact des eaux, soit souterraines, soit pluviales. On ne doit rien épargner pour atteindre ce but. Nous verrons plus tard par quels moyens on y parvient.

Sur les remblais, les eaux provenant de la voie s'écoulent presque toujours le long des talus. Les fossés, s'il y en a, sont placés au pied du remblai, et ordinairement il n'en existe que du côté où les eaux du dehors, coulant sur un sol incliné, pourraient venir en délayer la base.

Sur quelques chemins de fer cependant, celui de Liverpool à Manchester, par exemple, et celui de Birmingham à Liverpool, on a élevé, des deux côtés des remblais, des cavaliers, afin de prévenir autant que possible la chute des locomotives sur les talus lorsqu'elles sortent de la voie, ou au moins afin d'amortir le choc qui a lieu dans ce cas. On creuse alors des fossés dans le remblai, contre le cavalier du côté de la voie, et l'on dégorge de distance en distance les fossés, au moyen d'ouvertures pratiquées dans les cavaliers.

Nous ne pouvons indiquer d'autre règle pour le

calcul de la largeur des autres parties des fossés au pied des remblais, que de proportionner à la quantité d'eau qui doit être détournée du remblai.

Les fossés ouverts au pied des remblais sur le chemin de Versailles (rive gauche) devaient avoir, d'après le cahier des charges remis à l'entrepreneur général du chemin, 1m,60 de largeur en gueule, 0m,30 de largeur dans le fond et 0m,50 de profondeur.

Largeur du sentier le long des barrières

Le talus du remblai ayant reçu l'inclinaison convenable, un sentier de 1 mètre de largeur entre le remblai et la barrière qui sert de clôture au chemin de fer nous paraît suffisant pour la circulation le long du remblai et pour préserver les propriétés voisines de la chute des pierres qui peuvent se détacher du remblai.

Opinion de M. Séguin aîné sur l'étendue de la portion de terrain à acheter pour les tranchées.

M. Séguin aîné, dans son ouvrage sur les chemins de fer [1], s'exprime de la manière suivante sur l'espace de terrain que les Compagnies doivent acheter le long des grandes tranchées :

« Il est indispensable que la Compagnie soit propriétaire d'une portion de terrain en amont des grandes tranchées et dans toute leur étendue, sur une largeur de 2 ou 3 mètres et plus, s'il est besoin. Cet espace est destiné à établir pour l'écoulement des eaux un fossé qui doit toujours être entretenu avec le plus grand soin, car on conçoit que le moin-

[1] *De l'influence des chemins de fer, et de l'art de les tracer et de les construire*, par Séguin aîné. 1 vol. in-8. 1839.

dre filet d'eau parcourant un espace de **12**, **15**, **20** mètres sur un plan si incliné, suffit pour raviner, corroder le terrain, encombrer le fossé inférieur et la voie, causer des éboulements et par suite des accidents. La Compagnie doit aussi acquérir, surtout lorsqu'ils sont de peu de valeur, tous les terrains supérieurs aux tranchées qui offrent de grandes probabilités d'éboulements; car, soit par malveillance, par ignorance ou par besoin réel, le propriétaire, maître chez lui, peut faire tels travaux que bon lui semblera, sans s'inquiéter s'ils courent le risque d'être détruits par le fait des ouvrages que la Compagnie a fait exécuter, et lorsqu'il arrive un accident qui le prive de son terrain, de ses constructions, etc., on doit peu espérer que les arbitres ne prendront pas en considération et ne feront pas payer à raison de l'augmentation de valeur que les propriétés ont gagnée à l'ouverture de la nouvelle communication.

« Le fossé des grandes tranchées entraîne, principalement du côté d'amont, dans un énorme surcroît de déblai, sa largeur et sa profondeur devant être plus grandes, à mesure que les parements de la tranchée sont plus élevés. »

§ 2. De l'inclinaison des talus des tranchées et des remblais.

Les règles qui servent à déterminer l'inclinaison des talus des tranchées ou des remblais pour les

routes ou pour les canaux s'appliquent aussi aux chemins de fer. Nous devons seulement faire observer que sur un chemin de fer les conséquences d'un éboulement sont bien autrement graves que sur une route ordinaire, bien plus difficiles à réparer, et que les dépenses pour modifier les talus d'une tranchée, une fois le chemin en activité, sont bien plus considérables. Il est donc important sur un chemin de fer de déterminer l'inclinaison des talus avec assez d'exactitude pour qu'il ne devienne pas nécessaire de les retoucher après l'ouverture du chemin.

Sur le chemin d'Alais à Beaucaire, l'éboulement d'un talus dans une tranchée a occasionné, en barrant la voie, la rupture d'une locomotive et de plusieurs waggons chargés de charbon. Sur le chemin de Londres à Bristol, un accident du même genre a eu pour conséquence la mort de plusieurs voyageurs. Sur le chemin de Versailles (rive gauche), dans la grande tranchée de Clamart, la rectification d'une partie des talus après l'ouverture du chemin a exigé une dépense double de celle qui eût été nécessaire pour le même travail, s'il eût été fait auparavant. Cette rectification, lorsqu'elle n'avait pas lieu la nuit, nécessitait, en outre, un redoublement de surveillance de la part des cantonniers.

Talus des grandes tranchées.

Il convient, dans les grandes tranchées, de ménager, à une petite hauteur au-dessus du fossé, une banquette d'environ $0^m,30$ de largeur, sensible-

ment inclinée contre le talus, comme l'indiquent les fig. 2 et 3, série A, pl. I.

Cette banquette sert à empêcher les petites pierres qui se détachent des talus, surtout par l'action de la gelée et du dégel, de descendre dans le fossé et de l'obstruer. Elle est aussi fort utile comme lieu de dépôt des boues que l'on enlève en nettoyant les fossés.

Dans le haut des grands talus, il est souvent nécessaire d'intercepter, au moyen de cavaliers ou de fossés, les eaux qui, coulant à la surface, pourraient les endommager. La fig. 3, série A, pl. I, indique les dimensions qu'il convient de donner à cette portion du chemin.

Talus des remblais.

L'inclinaison des talus des tranchées varie entre des limites fort écartées. Celle des remblais est ordinairement de 1 et demi de base sur 1 de hauteur. Lorsque le remblai pose sur un terrain mou, on augmente la largeur de sa base, sans augmenter proportionnellement celle de la chaussée; l'inclinaison de ses talus peut alors devenir beaucoup plus faible, mais elle peut aussi ne pas changer, si l'on ménage une banquette à une certaine hauteur du remblai, comme fig. 2, série A, pl. I. Nous verrons plus loin quel empatement il convient de donner aux remblais, eu égard au plus ou moins de solidité du sol sur lequel on doit les élever.

Sur le chemin de Londres à Birmingham, les talus sont très-plats. Tous ceux des grandes tran-

chées ont 2 de base sur 1 de hauteur. Ceux des remblais ont la même inclinaison.

L'extrait suivant de l'ouvrage de M. Séguin aîné, déjà cité, trouve naturellement sa place après les considérations que nous venons de présenter sur l'inclinaison à donner aux talus des tranchées ou des remblais.

Talus des tranchées d'après M. Séguin aîné.

« On ne peut guère prévoir à l'avance sous quel angle il convient de tailler les tranchées pour se mettre à l'abri des éboulements. Il est des terres qui se soutiennent parfaitement à 45 degrés et d'autres qui coulent sous des angles bien inférieurs, parce qu'elles sont mêlées de couches argileuses et délayées par les eaux souterraines. En général, la partie d'aval des tranchées est toujours plus solide que celle d'amont, par la raison qu'elle est toujours privée d'eau.

« Quelquefois, pour aller plus vite, et dans l'incertitude de savoir sous quel angle un déblai pourra se soutenir, on s'en remet aussi au temps, aux pluies et à la gelée pour les former sous l'angle qui convient à la nature du terrain, et l'on charge les cantonniers d'enlever les déblais à mesure qu'ils arrivent dans le fossé. Ce moyen m'a assez bien réussi, lorsque les déblais se trouvaient sablonneux ou caillouteux et propres à servir d'engravement à la voie. Mais j'ai remarqué que, lorsque les terres végétales se mettent en mouvement, les éboulements se font avec une grande irrégularité, et les

talus, au lieu de prendre une inclinaison propice à leur stabilité, ce qui semblerait devoir être le résultat d'un mouvement naturel, affectent au contraire une forme on ne peut plus défavorable au maintien des terres. Les parties supérieures DD (voir fig. 3, p. 48) restent toujours taillées à pic, l'éboulement en E s'enfonce dans le terrain au milieu du déblai, le pied A est mis en mouvement; on se trouve ainsi forcé, en dernier résultat, de déblayer beaucoup plus de terrain, et l'on n'a jamais un talus aussi solide et aussi régulier que s'il eût été taillé de prime abord dans un plan convenable.

« Le talus que l'on doit donner aux déblais est rélatif non-seulement à la nature du terrain, mais encore à sa position eu égard à sa hauteur. S'il coupe une élévation de terrain à sa partie la plus élevée,

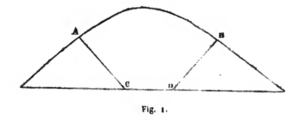


Fig. 1.

on peut donner plus d'inclinaison au talus, parce que l'on n'a à craindre ni les eaux supérieures provenant des pluies, ni les sources; mais si le déblai coupe la montagne sur un de ses flancs, il est con-

venable de bien calculer l'inclinaison, et de ne pas craindre de la rendre très-faible pour se mettre plus tard à l'abri des accidents qui pourraient interrompre le service. On doit aussi se défier des amas de terres qui existent quelquefois dans les parties supérieures des grandes tranchées, et qui, sous une inclinaison plus ou moins grande, ont toujours de la propension à couler dans la tranchée et à y déverser leurs eaux de pluie ou de source; car l'ouverture de la tranchée détermine souvent des suintements d'eau qui atteignent des bancs d'argile et occasionnent plus tard des éboulements.

« Le climat, enfin, doit être pris en considération, et, sous ce rapport, celui du Midi est, sans comparaison, bien plus désavantageux que celui du Nord. C'est surtout dans les contrées élevées et montagneuses du Midi que l'on doit s'attendre à éprouver de fréquentes avaries, car elles se trouvent sous la double influence des climats opposés.

« Ainsi, le chemin de fer de Saint-Etienne à Lyon est, à sa partie supérieure, élevé de 500 mètres au-dessus du niveau de la mer; or, on sait qu'en moyenne une différence de hauteur de 160 mètres en représente une d'un degré dans la température, et répond à une distance de 56 lieues plus au nord dans les limites comprises entre le 30e et le 60e degré de latitude. Les travaux ont donc à résister aux inconvénients qui peuvent résulter d'un froid tel qu'il a lieu à 200 lieues plus au nord en même

temps qu'ils éprouvent les détériorations qui sont la suite des pluies d'orage, des débordements de torrents, etc., si communs dans les contrées méridionales. »

Talus d'après MM. Minard et Brees.

L'ouvrage de M. Minard *sur les ouvrages qui établissent la navigation des rivières et des canaux* contient un excellent chapitre sur les grandes tranchées et sur l'inclinaison à donner aux talus. L'auteur, dans ce chapitre, passe en revue les talus suivant lesquels se sont tenues diverses espèces de terrains; mais il entre à cet égard dans des détails qu'il serait trop long de reproduire ici, et pour lesquels nous devons renvoyer à l'ouvrage.

On trouvera aussi quelques indications sur l'angle sous lequel se soutiennent certains terrains, dans l'ouvrage de Brees [1].

Influence des intempéries de l'air sur l'inclinaison des talus.

Quel que soit cet angle, il ne faut pas oublier que tel terrain qui résistera avec un talus d'une grande inclinaison, avant d'être exposé aux intempéries de l'air, pourra s'ébouler sous le même angle lorsqu'il en aura subi l'influence. Certains schistes surtout s'attendrissent au contact de l'air.

§ 3. **De l'ouverture et de la hauteur des ponts.**

Les articles 9 et 10 du cahier des charges du

[1] *Science pratique des chemins de fer*, par Brees. Traduit de l'anglais. 1 vol. in-4, avec atlas de 77 planches in-f°. 1841.

chemin de fer de Paris à Rouen, articles qui ont été copiés textuellement de ceux des chemins de fer d'Orléans et de Bâle à Strasbourg, fixent les dimensions des ponts sur les chemins de fer. Ils sont ainsi conçus :

Hauteur des ponts sous clef.

« Lorsque le chemin de fer devra passer au-dessus d'une route royale ou départementale, ou d'un chemin vicinal, l'ouverture du pont ne sera pas moindre de 8 mètres pour la route royale, de 7 mètres pour la route départementale, de 5 mètres pour le chemin vicinal de grande communication, et de 4 mètres pour le simple chemin vicinal. La hauteur sous clef à partir de la chaussée de la route sera de 5 mètres au moins; pour les ponts en charpente, la hauteur sous poutres sera de 4^{m},30 au moins ; la largeur entre les parapets sera au moins de 7^{m},40 et la hauteur de ces parapets de 0^{m},80 au moins.

« Lorsque le chemin de fer devra passer au-dessous d'une route royale ou départementale, ou d'un chemin vicinal, la largeur entre les parapets du pont qui supportera la route ou le chemin sera fixée au moins à 8 mètres pour la route royale, à 7 mètres pour la route départementale, à 5 mètres pour le chemin vicinal de grande communication, et à 4 mètres pour le simple chemin vicinal. L'ouverture du pont entre les culées sera au moins de 7^{m},40 et la distance verticale entre l'intrados et le dessus des rails ne sera pas moindre de 4^{m},30. »

L'article 13 fixant la pente des routes et chemins vicinaux aux abords des ponts, on pourra, à l'aide de cet article et des précédents, calculer la surface de terrain qu'il devient nécessaire d'acheter pour le déplacement de certaines routes, leur abaissement ou leur élévation. Pente des routes aux abords des ponts.

Cet article 13 est ainsi rédigé :

« S'il y a lieu de déplacer les routes existantes, la déclivité des pentes ou rampes sur les nouvelles directions ne pourra pas excéder 3 centimètres par mètre pour les routes royales et départementales, et 5 centimètres pour les chemins vicinaux.

« L'administration restera libre, toutefois, d'apprécier les circonstances qui pourraient motiver une dérogation à la règle précédente, en ce qui concerne les chemins vicinaux. »

La largeur entre les pieds-droits des souterrains est fixée par le même cahier des charges à 7^m,40 ; la hauteur sous clef à 5^m,50. Largeur entre les pieds-droits des souterrains.

En ce qui concerne la hauteur des ponts établis au-dessus du chemin de fer, nous pensons qu'elle doit être telle qu'un voyageur de haute taille puisse se tenir debout sur l'impériale des plus hautes voitures avec son chapeau sur la tête, lorsque le convoi passe sous le pont. Observation sur la hauteur des ponts.

Nous avons vu sur le chemin de Versailles (rive droite) des voyageurs imprudents, placés sur les siéges à l'extérieur, se lever pendant la marche du convoi. Ils eussent été infailliblement tués, si les

ponts de ce chemin n'étaient tous fort élevés au-dessus des rails.

La hauteur des ponts du chemin de la rive gauche étant moins grande, on a établi des pavillons au-dessus des siéges d'impériale, non, comme le pensent quelques personnes, pour préserver les voyageurs de la pluie ou du soleil, mais pour les empêcher de se tenir debout.

Les diligences les plus élevées ont 2^{m},80 de hauteur. Prenons 2^{m},20 pour celle d'un voyageur de la plus haute taille avec son chapeau. Nous trouvons qu'il convient que la distance du rail à l'intrados de la voûte du pont en pierre ou aux sous-poutres du pont en charpente prise sur la verticale soit de 5 mètres.

Ce n'est pas seulement pour se ménager la faculté de placer des siéges sur l'impériale et pour prévenir les accidents qu'il est utile de donner une grande hauteur aux ponts au-dessus des rails du chemin de fer. C'est aussi afin de pouvoir transporter sur des waggons à plate-forme les diligences avec leur plus fort chargement.

§ 4. De l'étendue des différentes espèces de gares, et de l'espace occupé par les ateliers.

Gares de dépôt.

Les gares de dépôt pour les matériaux servant à réparer le chemin sont généralement placées à portée des lieux d'extraction, et aux points où le che-

min se trouve au niveau du sol. Il serait difficile, par conséquent, d'en préciser l'étendue et l'éloignement.

Nous n'en faisons mention qu'afin d'appeler l'attention des ingénieurs sur la nécessité de leur réserver dans les devis un espace suffisant.

Les gares pour les voyageurs se divisent en gares extrêmes et gares intermédiaires.

Espace occupé par les gares extrêmes.

Les gares extrêmes, desservant ordinairement les points les plus importants de la ligne et contenant quelquefois les ateliers de réparation pour les locomotives, ainsi que les magasins, sont généralement plus vastes que les gares intermédiaires. Voici quelles sont les dimensions de plusieurs gares importantes :

Chemin de Saint-Germain, Versailles (rive droite) et Rouen.

	Hectares.
Gare commune à Paris [1]	3 5

Chemin de Versailles (rive gauche).

Gare de Paris	3 4
Gare de Versailles	2 9

Chemin d'Orléans.

Gare de Paris	4 4

[1] Les renseignements sur ces gares et sur une partie des gares anglaises nous ont été fournis, avec une complaisance extrême, par M. Clapeyron, ingénieur des chemins de Versailles et de Saint-Germain.

Hectares.

Chemin de Bâle à Strasbourg.

Gare provisoire à l'extrémité de la ligne (Saint-Louis) 3 15
Gare projetée à Bâle 2 10

Chemin de Mulhouse à Thann.

Gare extrême à Thann 1 42

Chemin de Londres à Birmingham.

Gare de Londres 2 8
Gare de Birmingham 2 75

Chemin de Liverpool à Manchester et de Liverpool à Birmingham.

Gare commune à Liverpool 0 6

Chemin de Londres à Southampton.

Gare de Londres 0 8

Chemin de Dublin à Kingstown.

Gare de Dublin 0 4

Chemin de Leeds à Selby.

Gare de Leeds 1 6
Gare de Selby 1 2

Chemin de Vienne à Brünn.

Gare de Brünn 2 4
Gare de Vienne 2 1

Chemins belges.

Gare de Malines 13 0

La gare des chemins de fer de Versailles (rive droite), Saint-Germain et Rouen, à Paris, dont l'étendue est de 3 hectares 5 dixièmes, est exclusivement destinée au service des voyageurs; elle contient les bureaux de l'administration avec leurs dépendances, les bureaux pour la distribution des billets et les salles d'attente, mais ne renferme d'emplacement ni pour le service des marchandises ni pour les ateliers.

La gare des marchandises, plus spécialement destinée au chemin de Rouen, sera placée dans un grand terrain vague d'une étendue de 14 hectares, sur lequel on a déjà construit les ateliers à un millier de mètres environ de la gare des voyageurs.

La gare de Paris du chemin de Versailles (rive gauche) contient, outre le bâtiment des bureaux et salles d'attente, de petits ateliers provisoires et des remises pour locomotives et pour diligences; tout le terrain acheté n'a pas été utilisé, et cependant, quoique 1 hectare environ soit inoccupé, cette gare serait insuffisante, si, le chemin se prolongeant, elle devait servir de tête à une grande ligne.

Il n'y a pas d'ateliers dans la gare de Versailles, mais une partie considérable du terrain n'est pas employée pour le service des voyageurs.

La gare d'Orléans, ne contenant ni ateliers ni emplacement pour les marchandises, pourrait aisément recevoir un nouveau chemin de fer aussi

important que celui d'Orléans, celui de Lyon, par exemple.

La gare provisoire de Saint-Louis, sur le chemin de Bâle à Strasbourg, contient les bâtiments nécessaires au service des voyageurs et leurs dépendances, une remise pour deux locomotives, une remise de waggons et des hangars pour les marchandises.

Bien que le service des marchandises qui a lieu à Saint-Louis, sur la frontière de France, nécessite beaucoup plus d'emplacement qu'il n'en exigerait sur d'autres points, à cause des opérations de la douane, une grande partie du terrain de cette gare est encore inoccupée.

La gare de Bâle contiendra des bâtiments pour le service des voyageurs et pour celui des marchandises, des remises de waggons et de locomotives, et un débarcadère pour la houille. Elle est presque totalement occupée. Il ne reste sans emploi que l'espace nécessaire pour agrandir au besoin les bâtiments qu'elle renferme.

La gare de Thann reçoit des voyageurs et des marchandises. On y trouve des remises pour locomotives, des remises pour waggons et un débarcadère pour la houille. Une grande portion du terrain de cette gare est cependant encore inoccupée.

Les gares du chemin de Londres à Birmingham ne sont employées provisoirement que pour le service des voyageurs et pour celui d'une petite quan-

tité de marchandises. Elles ne renferment pas d'ateliers ; la moitié environ de l'étendue de celle de Londres n'est pas encore utilisée.

La gare des chemins de Liverpool à Manchester et de Liverpool à Birmingham, placée à Liverpool sur un terrain précieux, est plus petite encore que celle du chemin de Londres à Birmingham, mais elle ne reçoit que des voyageurs. La gare des marchandises, pour ces chemins, est tout à fait séparée de celle des voyageurs.

La gare du chemin de Londres à Southampton renferme de petits ateliers. Le service des marchandises se fait sur un terrain distinct.

Le chemin de Dublin à Kingstown ne transportant que très-peu ou point de marchandises, l'étendue de la gare à Dublin est très-limitée ; les ateliers sont placés sur un autre terrain.

La gare du chemin de Leeds reçoit en même temps des voyageurs et des marchandises pour Selby et pour York ; elle ne contient que de petits ateliers provisoires.

Les gares de Vienne et de Brünn, du chemin qui unit ces deux villes, renferment des magasins pour marchandises, des remises et des ateliers avec cour et chantiers.

Étendue du terrain rigoureusement nécessaire pour une gare de voyageurs placée aux extrémités.

De ce qui précède, on peut conclure qu'une gare destinée *exclusivement* au service des voyageurs, et ne servant de tête qu'à une seule ligne, couvre un espace de terrain variable avec la nature du service,

mais dont l'étendue est toujours comprise entre 4/10 d'hectare et 1 hectare 1/2.

Nous croyons qu'une surface de terrain de 1 hectare 1/2 doit suffire pour les chemins les plus fréquentés, car, sur le chemin de la rive gauche, la longueur de la gare de Versailles étant calculée pour des départs de trente waggons à la fois, ce qui suppose une activité excessive dans la circulation, la portion nécessaire aux voyageurs n'est pas de plus de 14,290 mètres carrés.

Étendue pour une gare de marchandises.

Quant aux gares de marchandises, leur étendue doit varier suivant la nature des marchandises à emmagasiner, suivant leur quantité et le temps de leur séjour sur le lieu du dépôt. Il est donc impossible de lui fixer une limite.

Sur le chemin de Liverpool à Manchester, la gare des marchandises à Liverpool occupe un espace d'environ 1 hectare. La surface de la gare des marchandises à Manchester, réunie à celle des voyageurs, est de près de 2 hectares.

Nous pensons qu'une gare de 2 hectares pour les marchandises suffirait à la plupart des chemins existant aujourd'hui en Europe.

Utilité d'acheter pour les gares une surface de terrain excédant les besoins.

Quoi qu'il en soit, comme l'exploitation du chemin augmente la valeur du terrain dans le voisinage des gares, et que d'ailleurs on ne peut pas prévoir exactement jusqu'à quel point elle accroîtra l'activité de la circulation, il convient toujours d'acheter pour les gares une étendue de terrain

plus considérable que celle rigoureusement nécessaire, surtout lorsqu'on peut se la procurer à des conditions raisonnables.

Les gares extrêmes doivent avoir plus particulièrement de grandes dimensions, lorsqu'on prévoit qu'elles pourront servir à de nouvelles lignes aboutissant au même point, ou seulement que le chemin pourra un jour se prolonger vers des villes importantes.

C'est dans des prévisions de cette nature qu'au chemin de Saint-Germain et au chemin d'Orléans on a donné aux gares extrêmes de Paris un excès de surface.

Gares de stationnement intermédiaires de première classe.

Les gares de stationnement intermédiaires ont quelquefois une importance à peu près égale à celle des gares extrêmes.

Ainsi, sur le chemin de Bâle à Strasbourg, on range les stations de Mulhouse, Colmar et Schelestadt parmi les stations du premier ordre, égales ou à peu près égales en importance aux stations extrêmes de Bâle et de Strasbourg, et leur étendue est considérable.

	Hectares.
La superficie de la gare de Mulhouse est de. . .	2 88
Celle de la gare de Colmar	2 12
Celle de la gare de Schelestadt.	2 42

La gare de Mulhouse renferme, outre les bureaux pour le service des voyageurs, une remise



pour quatre locomotives et une remise pour les waggons, un établissement complet pour les marchandises dont le mouvement sur ce point est considérable; enfin l'atelier de réparation des waggons, y compris ses dépendances. Elle est presque complétement occupée.

Dans la gare de Colmar se trouvent les bâtiments pour le service des voyageurs et pour celui des marchandises, des remises pour les waggons et pour huit locomotives, un atelier de réparation pour les locomotives et ses dépendances, et un débarcadère pour la houille.

La gare de Schelestadt contient, comme celle de Colmar, des bâtiments pour le service des voyageurs et des marchandises, et des remises, mais elle ne renferme pas d'ateliers. La remise des locomotives est moins grande qu'à Colmar. Il y reste du terrain inoccupé.

Gares intermédiaires de seconde classe.

Les stations intermédiaires qui n'ont qu'une importance secondaire, lorsqu'on les compare aux stations extrêmes ou même à d'autres stations intermédiaires, dites de première classe, prennent le nom de stations de seconde classe.

Leur étendue varie avec l'importance des localités qu'elles desservent entre des limites fort écartées.

Sur le chemin de Bâle à Strasbourg, les stations sont en très-grand nombre. Nous citerons, parmi celles de seconde classe, les stations de Boll-

willer, Erstein et Benfeld, dont voici l'étendue :

	Hectares.
Station de Bollwiller	1 01
Station d'Erstein.	0 96
Station de Benfeld.	1 00

Ces trois stations ne contiennent que des bâtiments pour le service des voyageurs et pour celui des marchandises. Ce dernier n'a que peu d'importance.

Sur le chemin de Versailles (rive gauche), les gares intermédiaires ne comprennent qu'un petit bâtiment pour le bureau du receveur et la salle d'attente, et deux trottoirs plus ou moins longs, suivant l'importance de la station.

La gare de Bellevue, la plus importante, y compris le terrain occupé par les deux voies qui la traversent, couvre :

	Hectares.
Une surface d'environ. . . .	1 10
La gare de Meudon.	0 10
Celle de Clamart.	0 08
Celle de Sèvres.	0 07
Celle de Viroflay.	0 07
Celle de Chaville.	0 07

De cette surface, $0^h,05$ environ sont occupés par la voie.

L'étendue des gares intermédiaires des chemins de Versailles (rive droite) et de Saint-Germain varie à peu près entre les mêmes limites.

Nous aurons à revenir sur l'étendue des gares extrêmes ou intermédiaires, lorsque nous traiterons de leurs dispositions, dans le neuvième chapitre.

Réservoirs et dépôts de combustible sur la ligne.

Sur les lignes d'un long parcours, il est nécessaire de ménager dans quelques stations une place pour des réservoirs et pour des pompes servant à l'alimentation des locomotives. C'est aussi dans ces stations que les machines s'approvisionnent de combustible.

La distance à laquelle les réservoirs doivent être placés les uns des autres dépend de la consommation d'eau des locomotives par kilomètre parcouru, et de la capacité des tenders qui accompagnent ces machines.

Les machines les plus puissantes, marchant à la vitesse de 48 kilomètres par heure, ne vaporisent pas au delà de 1 dixième de mètre cube par kilomètre parcouru [1]. Il y a même lieu de croire, d'après les expériences de M. de Pambourg, que cette puissance de vaporisation, indiquée pour l'une des plus fortes machines du chemin de Bristol, par M. Wood, est exagérée.

En partant de cette donnée, on trouve que, les petits tenders contenant $2^{m},50$ cubes et les grands 4 mètres cubes, les réservoirs doivent être éloignés de 20 à 30 kilomètres les uns des autres.

Quant à l'espace que les locomotives peuvent

[1] Voir le *Guide du mécanicien conducteur des locomotives*, par MM. Eugène Flachat et Jules Petiet.

parcourir sans prendre une nouvelle charge de combustible, il est facile de le calculer lorsqu'on sait que les plus fortes ne brûlent pas au delà de 11 à 12 kilogrammes de coke par heure[1], et que les plus petits tenders portent environ 400 kilogrammes.

Gares d'évitement prescrites par le cahier des charges.

Dans les cahiers de charges pour les chemins de fer de France, l'administration des ponts et chaussées prescrit, lors même que ces chemins sont à double voie, des gares d'évitement de myriamètre en myriamètre.

En Angleterre, les gares d'évitement sur les chemins à deux voies ne sont généralement placées que dans quelques-unes des gares de stationnement. On évite de les multiplier sans nécessité, soit par des motifs d'économie, soit aussi parce que la présence des changements de voie sur le parcours des locomotives, lors même que l'on prend soin de ne les placer que dans une certaine direction, peut devenir une cause d'accident.

Sur les chemins qui transportent presque uniquement des voyageurs, comme le chemin de Versailles (rive gauche), et qui ont peu de longueur, on n'a pas établi de gares d'évitement.

Sur les chemins de long parcours, et où les convois marchent à des vitesses différentes, les gares d'évitement sont nécessaires, surtout pour le service

[1] Tableaux de consommations du chemin de Bâle à Strasbourg et du chemin de Versailles (rive gauche).

des marchandises, mais elles ne se trouvent pas à des distances égales de 10 kilomètres, comme le prescrivent les cahiers de charges, et en dehors des gares de stationnement.

Ateliers, chantiers et magasins principaux.

Les ateliers et magasins servant aux chemins de Saint-Germain et Versailles (rive droite) occupent, avec leurs cours, un espace d'environ 2 hectares, et, en y comprenant une remise qui peut être considérée comme une de leurs dépendances, un espace de 3 hectares.

Près de ces ateliers, et de l'autre côté de la voie, est un chantier dont nous estimons la superficie à 1 hectare.

Il faudrait donc compter environ 4 hectares pour les ateliers, en y joignant la remise et le chantier.

Les ateliers principaux du chemin d'Orléans, qui sont très-spacieux, couvrent, y compris les cours, les magasins et une remise circulaire pour locomotives, un espace de 5 hectares.

Les ateliers centraux des chemins belges à Malines, y compris les magasins, occupent 6 hectares. Un chantier de 1 hectare, sur lequel sont déposés les bois de charpente, le sable et d'autres objets, et un autre chantier de même grandeur pour les fours à coke et les provisions de combustible, peuvent être considérés comme dépendances.

Les ateliers du chemin de Southampton, avec une remise pour les diligences, n'occupent guère qu'un demi-hectare; mais ils seront insuffisants.

Les cours ou chantiers devront surtout être considérablement agrandis.

L'atelier central du chemin de fer de Bâle à Strasbourg, établi près de Mulhouse, occupe, avec ses dépendances, un magasin central et un dépôt de combustible pour la moitié de la ligne, un espace de 1^{h},60.

Cet espace est complétement rempli ; il y a lieu de penser qu'il faudra l'augmenter.

En résumé, nous pensons que, pour un chemin de quelque importance, il faut réserver pour les ateliers principaux, les remises, les magasins et les chantiers, un espace de 2 à 3 hectares au moins, et que, pour une ligne du premier ordre, on ne doit pas hésiter à construire, comme au chemin d'Orléans, de vastes ateliers et à consacrer 5 hectares à ces ateliers et à leurs dépendances.

Il est vrai que, sur le chemin de Southampton, sur celui d'Alais à Beaucaire et sur plusieurs autres, d'importance à peu près égale, l'étendue des ateliers est beaucoup moins considérable, mais il est présumable qu'il faudra les agrandir. Le service des ateliers est d'ailleurs d'autant plus économique qu'ils sont mieux disposés, et il est plus facile de les disposer convenablement sur un vaste terrain que sur un terrain rétréci.



Outre les ateliers principaux, il faut encore, sur un chemin d'une certaine longueur, placer, à de

certaines distances, des ateliers, des magasins et des chantiers auxiliaires.

Sur le chemin d'Orléans, les petites réparations aux machines locomotives se feront non-seulement à Paris, mais encore à Orléans, à Etampes et à Corbeil.

Il y aura aussi à Saint-Michel, à moitié chemin de Paris à Etampes, et à Toury, à moitié chemin d'Etampes à Orléans, des dépôts de machines où l'on tiendra des machines de secours toujours allumées.

Nous avons dit plus haut que, sur le chemin de Bâle à Strasbourg, long de 140 kilomètres, la gare de Colmar renfermait un atelier auxiliaire. Les réparations devront, lorsque la gare de Colmar sera terminée, pouvoir se faire également à cette extrémité de la ligne.

Sur le chemin de Londres à Birmingham, long de 180 kilomètres 1/2, on trouve un atelier central avec ses dépendances à Wolverton, presque à moitié chemin de Londres à Birmingham; un atelier auxiliaire assez important à Cambden-Town, près de Londres, et un grand atelier auxiliaire à Birmingham.

La gare de Cambden-Town est immense; elle couvre un espace de près de 11^{h},03. Outre les ateliers, elle renferme des remises, des dépôts de combustible et un grand nombre de fourneaux pour la fabrication du coke.

A Tring (51 kilomètres de Londres), à Rugby (132 kilomètres de Londres), et à Coventry (150 kilomètres de Londres), on peut remiser des locomotives et des waggons, et leur faire de légères réparations.

Des remises plus ou moins grandes pour les waggons ont été établies sur la même ligne dans plusieurs autres stations.

Sur le chemin de Liverpool à Manchester, le matériel est réparé à Salford, près de Manchester, et à Liverpool. Les ateliers de Salford peuvent contenir jusqu'à vingt-huit locomotives, et occupent ordinairement cent vingt ouvriers.

CHAPITRE II.

DES TERRASSEMENTS.

Considérations générales.

On sait que les chemins de fer à grandes vitesses doivent, autant que cela peut se faire, sans que les frais deviennent disproportionnés avec le revenu présumé, remplir la double condition suivante : *ne présenter que des pentes faibles et des courbes d'un très-grand rayon.*

Si donc sur les routes ordinaires on trouve fréquemment des pentes de cinq centièmes, sur les chemins de fer à grandes vitesses ce n'est que rarement que l'on en rencontre de plus d'un centième.

Ce n'est aussi qu'en certains points des grandes lignes de chemins de fer, où les machines doivent nécessairement marcher lentement, comme par exemple aux extrémités du chemin, que l'on remarque des courbes de petit rayon. Sur les routes au contraire et sur les canaux, les circuits sont généralement très-brusques.

On ne peut dans un très-grand nombre de localités remplir simultanément les deux conditions énoncées ci-dessus, qu'en exécutant pour l'établissement du chemin de très-grands travaux de terras-

sement ou des ouvrages d'art de dimensions extraordinaires, en ouvrant dans les collines de profondes tranchées ou de longs souterrains, et traversant les vallées par d'énormes remblais ou par des viaducs gigantesques.

Les travaux de terrassement des chemins de fer dépassant de beaucoup par leur importance tous ceux auxquels avait donné lieu l'établissement des routes et des canaux, l'on n'a pu parvenir à les exécuter avec l'économie et la célérité désirables qu'en imaginant des procédés nouveaux. Le chemin de fer est devenu son propre auxiliaire. On a posé des chemins de fer *provisoires* pour le transport des terres fournies par les tranchées du chemin définitif, et l'on a même employé comme moteur pour les transports à de grandes distances, sur ces chemins provisoires, la machine locomotive.

Sur le chemin de Versailles (rive gauche), nous avons exécuté, au moyen de plans automoteurs et de machines locomotives, à grands frais, des terrassements avec une rapidité qui n'a été atteinte, que nous sachions, sur aucun autre chemin de fer. Sur les chemins belges, le transport des terres s'est fait par chemin de fer à des prix moins élevés, mais avec une moins grande vitesse.

L'organisation des grands ateliers de chemins de fer pour terrassement varie suivant le degré de vitesse ou d'économie avec lequel on veut opérer, et suivant une foule de circonstances que nos lecteurs

imaginent sans qu'il soit nécessaire que nous en fassions l'énumération. Elle constitue un art spécial que nous ne connaissons encore que trop imparfaitement pour entreprendre de le décrire. On trouve sur cette partie d'utiles renseignements dans l'ouvrage de M. Etzel déjà cité [1].

Nous nous bornerons à traiter, dans ce chapitre, de certaines précautions à prendre pour soutenir les parois des grandes tranchées ou pour prévenir l'éboulement des grands remblais.

§ 1. Moyens pour prévenir l'éboulement des talus de grandes tranchées.

Importance du bon assèchement de tous les ouvrages sur un chemin de fer.

Les parois des tranchées présentant une grande surface, il est toujours nécessaire, pour en prévenir la dégradation, d'en détourner les eaux soit au moyen de fossés creusés à la surface du sol, vides ou remplis de pierres concassées (pierrées), soit au moyen d'aqueducs en maçonnerie, soit encore au moyen de cavaliers, comme fig. 3, pl. I, série A, et si l'on a lieu de craindre que l'eau qui se rassemble derrière le cavalier, en pénétrant dans le sol, ne s'ouvre un chemin souterrain vers le talus, il faut pratiquer de distance en distance dans le cavalier des ouvertures correspondant à des rigoles en pierre établies sur le talus même.

[1] Etzel, *Chantiers de terrassement*. 1 vol. et atlas, 15 fr. Paris, chez Mathias.

Souvent aussi, pour empêcher le ravinement de talus très-élevés, on ménage à différentes hauteurs des banquettes, et, sur ces banquettes, des fossés qui se déchargent dans ceux qui bordent la voie par des rigoles en écharpe.

Moyens employés pour prévenir l'éboulement des parois des grandes tranchées.

Il n'entre pas dans notre plan de passer en revue tous les moyens qui ont été employés pour assécher ou soutenir les talus des grandes tranchées; nous nous bornerons à décrire ceux dont M. Delaserre, ingénieur des ponts et chaussées, s'est servi avec succès au chemin de fer de Versailles (rive gauche), pour prévenir l'éboulement de la paroi d'amont de tranchées creusées dans un terrain argilo-sableux, et à indiquer la marche suivie dans un cas analogue au canal de Saint-Maur, sur les chemins belges, et au chemin de Saint-Etienne à Lyon. Nous dirons aussi comment M. Georges Stephenson est parvenu, sur le chemin de Liverpool à Manchester, à ouvrir de profondes tranchées dans des terrains marécageux.

Moyens employés: 1° Au chemin de Versailles (rive gauche) dans un terrain aquifère.

En vain avait-on à plusieurs reprises essayé, sur le chemin de Versailles (rive gauche), d'ouvrir une tranchée dans un terrain argilo-sableux près de Sèvres; elle était sans cesse comblée par l'éboulement de la paroi d'amont entraînée par les eaux.

Pour dessécher cette paroi, M. Delaserre a ménagé au pied, dans le voisinage du fossé F, une banquette AB inclinée en sens inverse du talus, comme l'indique la figure, et sur cette ban-

quette il a élevé sur toute la hauteur de la paroi un mur en pierre sèche dont la surface extérieure est inclinée de 1^{m},50 sur 1 mètre. L'eau venant d'amont, entre les pierres de ce mur, coule en partie dans le fossé et en partie dans l'angle A compris entre le

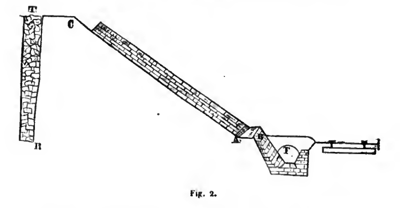


Fig. 2.

talus AC et la banquette AB. De petits caniveaux dégorgent dans le fossé F l'eau rassemblée en A. On a donné à la surface de la banquette dans l'angle A une légère inclinaison vers ces caniveaux pour faciliter ce dégorgement. De cette manière les eaux qui pouvaient couler sur le talus AC, étant pour ainsi dire absorbées par le mur en pierre sèche, ne peuvent le raviner, et le sol de ce talus est contenu par le poids du mur.

L'épaisseur du mur en pierre sèche varie, dans une même tranchée, suivant la nature du terrain. On a placé vis-à-vis des sources les plus considérables des épis ou contre-forts.

Dans d'autres tranchées du même chemin, on a ménagé plusieurs banquettes en retraite sur le talus en terre qui porte le mur en pierre sèche, et par suite sur ce mur, auquel on a donné la même épaisseur sur toute la hauteur. On a aussi, en quelques points où l'on conservait des craintes sur la solidité du fond du fossé, construit sur le fossé de petites voûtes, comme elles sont indiquées en lignes ponctuées, fig. 2, p. 44.

Dans l'origine, on avait donné à la banquette qui porte le mur en pierres sèches une faible inclinaison vers le fossé dans le même sens que celle du talus. Cette banquette avait jusqu'à 2 mètres de largeur. Le mur en pierre sèche, jouant le rôle de pierrée, n'avait que $0^m,20$ d'épaisseur ; il était recouvert d'un mince corroi en argile et d'une couche assez épaisse de terre pilonnée. Mais les eaux, s'accumulant dans la pierrée, trop étroite pour les contenir, et coulant sur la banquette, ont entraîné le talus. On a alors incliné la banquette en sens contraire, augmenté l'épaisseur du mur et supprimé le corroi en glaise. Mais on a conservé la couche en terre pilonnée, que bientôt l'expérience a conduit à supprimer également.

Nous joindrons à une des prochaines livraisons une planche qui présente la coupe des principales tranchées du chemin de Versailles (rive gauche), et dont nous avons emprunté les détails aux Annales des ponts et chaussées.

2° Au canal Saint-Maur dans un terrain semblable.

Au canal Saint-Maur, on a intercepté les eaux qui délayaient le talus du canal au moyen d'une pierrée T R parallèle à la tranchée (fig. 2, p. 44) et de même profondeur, qui se dégorge par ses extrémités. L'établissement de cette pierrée nous paraît devoir être plus coûteux dans certaines circonstances que celui du mur en pierre sèche posé sur le talus. Il est clair que, bien que nous ayons représenté sur une seule figure les deux moyens d'assèchement, il n'est jamais nécessaire de les employer simultanément.

Nous lisons dans le dernier rapport présenté aux Chambres belges par le ministre des travaux publics le passage suivant, sur les difficultés qu'a présentées le percement d'une tranchée au chemin de fer de Courtrai à Mouscron, et sur les moyens adoptés pour les surmonter :

3° Sur le chemin de Courtrai à Mouscron.

« Dès le commencement de l'année 1841, l'on reconnut que les berges de la portion de tranchée ouverte à Lauwe, qui, cependant, n'avait guère que 2 mètres de profondeur moyenne, ne pouvaient se maintenir sous quelque talus que ce fût, mais que, poussées par les eaux que recèle la montagne dont le pied est coupé par le chemin de fer, elles s'avançaient continuellement en déterminant dans le sol, situé en arrière, des crevasses de plus en plus prononcées et de jour en jour plus nombreuses. Le sol se détachant par couches verticales successives, et les terres ainsi éboulées acquerraient un degré de

liquéfaction tel qu'il n'y aurait plus moyen de les remettre sous profil. »

Des effets analogues, mais à un degré moins intense, eu égard à la hauteur des déblais, ayant déjà été combattus avec succès sur divers points, et notamment dans la tranchée de Wilmersom, près de Tirlemont, par l'emploi de bouveaux remplis de pierrailles ou de fascines, l'ingénieur se décida, au mois d'août 1841, à faire faire un essai d'ouvrages de ce genre dans la tranchée de Lauwe. Le résultat obtenu par cet essai fut des plus heureux, puisque le profil de la route, ayant été reconstruit en 1841, sur la partie où nous avions établi les bouveaux, s'est conservé intact jusqu'à ce jour (mai 1842), nonobstant les pluies et les gelées de l'hiver, tandis que le reste de la tranchée a été entièrement comblé par les éboulements, et que le terrain situé en arrière s'est affaissé sur une assez grande étendue.

Sur un autre chemin de fer, en Belgique, on a donné écoulement aux eaux au travers de minces couches d'argile, par des trous de sonde.


Extrait de l'ouvrage de M. Séguin aîné, sur les moyens employés pour soutenir les parois des tranchées en terrains aquifères.

« Il est des natures de terrain, dit M. Séguin aîné, plus susceptibles que d'autres de conserver et d'absorber l'humidité et qui dans les saisons de pluie se délayent, se transforment en boue et coulent au pied des talus. Lorsque ce cas se présente, il est nécessaire de disposer les voies d'écoulement des eaux en leur ménageant des issues assez profondes pour que la pression qu'elles exercent suffise à les faire filtrer



à travers le terrain. Voici un moyen que j'ai employé et qui m'a très-bien réussi :

« J'ai fait creuser dans la saison sèche un fossé AB

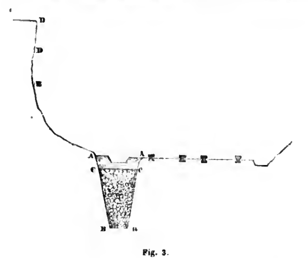


Fig. 3.

de 3 mètres de profondeur au pied du talus. J'ai fait remplir tout l'espace BC de pierres rangées à la main et recouvertes de C en A de terre argileuse, afin que l'eau du fossé, coulant sur ce lit, ne pût déposer les matières terreuses qu'elle charrie dans les interstices de l'amas de pierres auquel on donne dans le pays le nom de *pierrelle*. Cet expédient a suffi pour sécher complétement la tranchée d'amont et laisser aux arbres et à la végétation le temps de s'en emparer, ce qui a assaini et consolidé à jamais le terrain.

« On peut encore, pour maintenir le pied des

tranchées, placer de distance en distance, vers les points où l'on craint qu'il ne se manifeste quelque mouvement dans la roche, des quartiers de pierre A B d'un fort échantillon, bien sains, qui battent d'un côté le rocher et de l'autre la banquette, en formant une espèce de ponceau sur le fossé. Cette disposition a même l'avantage de protéger la banquette AC, fig. 4, qui

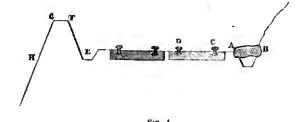


Fig. 4.

doit être toujours mieux protégée que la voie CD, parce que les boudins des roues tendent à maintenir cette dernière en s'appuyant contre les rails et opposent un obstacle insurmontable à leur rapprochement, tandis qu'une multitude de causes tendent à la rejeter extérieurement à la voie et à l'élargir. »


Marche suivie par M. Georges Stephenson, pour ouvrir une tranchée en terrain marécageux.

Voici enfin comment le célèbre M. Georges Stephenson, père d'un fils non moins distingué, Robert Stephenson, a percé les tranchées dans le marais de Chatmoss, sur le chemin de Liverpool à Manchester, jusqu'à une profondeur qui était quelquefois de 9 pieds.

La hauteur du terrain marécageux au-dessus du sol argilo-sableux sur lequel il reposait variait de 10 à 34 pieds. Il était tellement mou que les bestiaux ne pouvaient passer dessus.

Pour ouvrir une tranchée dans ce terrain, on commençait par creuser, des deux côtés du chemin de fer à établir, deux fossés parallèles à l'axe, de 2 pieds de profondeur, et lorsqu'au moyen de ces fossés on était parvenu à sécher une tranche du marais à la partie supérieure, on extrayait par les moyens ordinaires la terre de cette tranche sur une épaisseur de 12 à 15 pouces ; puis l'on approfondissait les fossés et on enlevait une nouvelle tranche jusqu'à ce que l'on fût parvenu au niveau indiqué par les profils pour la base de la chaussée du chemin de fer.

Le desséchement du marais était facilité en certains points par la hauteur de sa surface au-dessus de celle des terrains environnants. Cette circonstance est la seule qui ait favorisé cette opération.

§ 2. De la construction des grands remblais, et des moyens d'en prévenir la dégradation ou l'éboulement.

Considérations générales.

Dans l'étude des projets de routes et de canaux on cherche à combiner les déblais et les remblais de manière que, autant que possible, leurs volumes se compensent et que par conséquent la terre

extraite des tranchées puisse servir à former les remblais.

Il ne convient pas toujours, dans l'étude des chemins de fer, de remplir cette condition. On ne pourrait y parvenir dans certains cas qu'en admettant des remblais d'une hauteur excessive, d'une construction ou d'un entretien fort coûteux, ou des tranchées extraordinairement profondes, difficiles à percer ou au moins à sécher. Dans d'autres cas, les terres devant être transportées à de très-grandes distances, il en résulterait une grande augmentation de frais occasionnée non-seulement par la longueur du trajet à parcourir, mais aussi par le retard apporté à l'achèvement du chemin. Les capitaux engagés dans la construction d'un chemin de fer sont tellement considérables, presque à partir de son origine, qu'on ne saurait trop se hâter de les rendre productifs.

Il est d'ailleurs très-important que les grands remblais, si fréquents sur les chemins de fer, soient, ainsi que nous le prouverons plus loin, le plus rarement possible composés de terres glaiseuses; plus important encore qu'ils ne reposent pas sur des terrains mous; et ce n'est pour ainsi dire que par exception que l'on peut éviter l'un et l'autre de ces inconvénients en compensant les déblais par les remblais.

Nous insistons sur ces considérations, afin que l'on comprenne bien que, malgré l'analogie qui

semble exister entre les terrassements des routes ou des canaux et ceux des chemins de fer, il doit y avoir une différence sensible dans les procédés employés. Aussi la méthode des dépôts et des emprunts est-elle bien plus souvent appliquée dans la construction des chemins de fer que dans celle des autres voies de communication. On en a fait très-fréquemment usage sur les chemins anglais, sur les chemins belges et sur ceux des environs de Paris. Les excavations qui bordent un grand nombre de remblais et qui malheureusement se convertissent souvent en mares d'eau infectes dénotent assez leur origine.

Remblais exécutés par la méthode des dépôts et des emprunts.

Sur le chemin de Bâle à Strasbourg, presque tous les remblais ont été exécutés au moyen d'emprunts, mais on a évité de donner aux excavations une profondeur telle que le sol ne pût être rendu à l'agriculture. Une partie de la terre végétale a été déposée sur le bord et rejetée dans le fond.

Au chemin de fer de Versailles (rive gauche), des carrières qui bordaient le chemin sur une partie de la ligne ont fourni gratuitement les matériaux pour la formation de certains remblais. Les exploitants de ces carrières ont même supporté une partie des frais de transport de la carrière au chemin.

D'après le rapport belge déjà cité, on aurait projeté d'exécuter, au moyen de waggons, une partie importante du chemin de fer de Courtrai à Mous-

eron. Effrayée de la lenteur des transports par waggons, l'administration a eu recours à la méthode des dépôts et des emprunts, et elle a eu lieu de s'en applaudir sous tous les rapports, car, fait au moyen d'emprunts, le remblai qui, exécuté avec les terres de la tranchée, eût été de la plus mauvaise qualité possible, est, au contraire, de la meilleure espèce.

Les remblais des routes ordinaires et des canaux s'élèvent ordinairement par couches successives que l'on prescrit quelquefois de pilonner, et qui dans tous les cas sont comprimées par les roues des tombereaux et par les pieds des chevaux.

Grands remblais des chemins de fer faits au waggon.

Sur les chemins de fer il serait trop long et trop dispendieux d'élever de grands remblais par couches pilonnées ou même simplement au moyen des tombereaux sans pilonnages ; ces grands remblais, si ce n'est dans certains cas particuliers, se font en masse sur toute la hauteur à la fois, c'est-à-dire qu'une petite portion de remblai, voisine de la tranchée, étant achevée sur toute sa hauteur, on la continue en déposant des terres à l'extrémité jusqu'à la crête. Ce n'est qu'en procédant de cette manière que l'on peut employer le chemin de fer au transport des terres ; la pose de la voie se fait alors sur le remblai au fur et à mesure de son avancement. Les vaggons de terrassement viennent se décharger à l'extrémité de la voie, qui est aussi celle du remblai.

Supériorité des remblais faits au tombereau.

Nous entendons parler ici de remblais qui, étant d'une grande hauteur, sont aussi d'une certaine longueur, car, lorsque la terre n'est portée en remblai qu'à une petite distance, il est souvent plus économique de se servir, pour les terrassements, de tombereaux que de waggons. Les remblais exécutés au tombereau sont d'ailleurs plus denses et sujets à de moins grands tassements que ceux que l'on a formés avec les waggons. Néanmoins, il ne faut pas oublier, lorsqu'on est appelé à fixer son choix sur les moyens de transport, que l'emploi des tombereaux devient à peu près impossible dans certains terrains après de grandes pluies, tandis que le service avec les waggons ne souffre aucune interruption.

Précautions à prendre aux abords des ouvrages d'art.

Quand les remblais sont conduits avec précipitation et par masses d'une grande hauteur au-dessus et autour des ouvrages d'art, il arrive fréquemment que les maçonneries se fendent ou se gauchissent. Ils doivent alors être faits avec beaucoup de précaution, être montés en même temps des deux côtés des voûtes en maçonnerie, et étendus uniformément sur ces voûtes par couches pilonnées d'environ 15 centimètres d'épaisseur.

Grands remblais sur terrains compressibles.

Lorsque de grands remblais reposent sur des terrains compressibles, il est nécessaire d'employer des précautions analogues pour ne pas écraser le terrain et le rompre en en chargeant certains points tout d'un coup d'une masse excessive.

Il convient aussi, lorsque ces terrains compressibles sont composés de couches inclinées qui peuvent glisser les unes sur les autres, de commencer le remblai en descendant les terres dans le fond de la vallée, au lieu de le mettre de suite à hauteur au sortir de la tranchée.

Accident au remblai du Val-Fleury.

Un accident très-grave de ce genre s'est manifesté sur le chemin de Versailles (rive gauche) à la traversée du Val-Fleury. Le remblai, qui devait atteindre la hauteur de 30 mètres, n'avait encore que 13 mètres lorsque le terrain, composé de couches calcaires solides et de couches argileuses inclinées amollies par des courants d'eau, commença à se crevasser. On eût dû cesser alors de prolonger le remblai avec les vaggons; mais l'entrepreneur, par suite de contestations avec l'administration de la Compagnie, ne crut pas devoir déférer aux invitations de l'ingénieur. Les crevasses du terrain augmentèrent en nombre et en largeur. Certaines portions trop chargées s'affaissèrent, tandis que les portions voisines qui l'étaient moins se soulevèrent. En d'autres points, ce fut le terrain calcaire qui glissa sur le terrain argileux qu'il recouvrait. Des maisons placées à une petite distance s'écroulèrent. Force fut bien alors de cesser l'usage des waggons. On recourut au tombereau, on étendit les terres sur toute la largeur du remblai, en commençant par la partie au fond de la vallée, et les mouvements du sol devinrent presque insensibles.

Moyens employés pour prévenir la compression du sol sous le poids des grands remblais :

On reconnut toutefois que, même en prenant ces précautions, on ne pouvait empêcher l'affaissement du sol sous le poids du remblai lorsqu'on parvenait à une certaine hauteur.

1° Sur le chemin de la rive gauche.

Le moyen le plus simple d'arriver à ce but, moyen qui a été employé avec un succès complet sur d'autres parties du chemin, était d'élargir la base du remblai de manière à diminuer la pression sur l'unité de surface, autant que la compressibilité du sol l'exigeait, et de pilonner les terres. Mais le terrain autour du remblai étant couvert de maisons et très-précieux, il fallait chercher un autre expédient.

On imagina de dessécher le terrain et de le rendre ainsi incompressible. On ouvrit à cet effet des puisards ou puits perdus, et l'on réunit ces puisards par des canaux souterrains; mais cette opération n'ayant pu s'effectuer qu'incomplétement, le terrain, déjà fracturé dans tous les sens, conservant une grande partie de sa mobilité, l'on dut renoncer, pour un certain temps du moins, à achever le remblai, dont la partie supérieure fut remplacée par une estacade en charpente.

On peut augmenter la base du remblai, ainsi que nous l'avons déjà indiqué plus haut, soit en diminuant l'inclinaison de ses talus, soit en épaulant le pied au moyen d'un petit remblai additionnel pilonné, et dont la crête devient une banquette le long du talus du remblai principal. (Voir fig. 2, série A, pl. I.)

En diminuant l'inclinaison des talus, on les rend propres à toute espèce de plantations. On n'obtient pas le même avantage en prenant le second parti ; mais, si la banquette ne se trouve pas à une grande hauteur au-dessus du sol, on n'augmente pas autant la masse totale du remblai.

L'usage du remblai additionnel avec banquette doit encore être recommandé comme moyen de soutènement des remblais qui, posés sur le flanc des collines, tendent à glisser sur leur ligne de plus grande pente.

2° Au pont de Cubzac.

Un terrain pareil à celui que nous avons rencontré au Val-Fleury s'étant présenté aux abords du pont de Cubzac, on a, pour diminuer la charge sur cette masse compressible, composé le remblai de matériaux laissant entre eux un grand nombre de vides.

3° Au canal de Beaucaire.

Dans le midi de la France, au canal de Beaucaire, on a intercalé entre le remblai et le terrain mou un lit de fascines.

4° Sur le chemin de Liverpool à Manchester.

Des remblais qui avaient jusqu'à 12 pieds de haut devant être élevés sur le terrain marécageux de Chatmoss, dont nous avons parlé plus haut, M. Georges Stephenson a procédé de la manière suivante.

Il creusait des deux côtés du chemin de profonds fossés, puis élevait le remblai sur la bande de terrain desséchée par ces fossés.

Il réussit de cette manière à n'employer pour la

composition de ce remblai que le quart de la quantité de terre nécessaire pour un remblai de même dimension posé sur un terrain résistant. Dans un autre marais de 20 pieds de profondeur, où l'on avait suivi la méthode ordinaire pour la formation des remblais, on avait employé pour un remblai de 4 pieds de hauteur une quantité de terre qui eût été suffisante pour monter un remblai de 24 pieds de hauteur sur un terrain solide [1].

Quel que soit du reste le moyen préféré pour diviser la pression sur un sol compressible, il est essentiel de ne pas négliger de dessécher ce sol aussi bien que possible, ainsi que nous avons indiqué plus haut avoir tenté de le faire au Val-Fleury.

Remblais en terres glaiseuses.

Les tranchées des chemins de fer de Versailles (rive gauche et rive droite) ont fourni des quantités considérables de terres sablo-argileuses qui ont dû entrer dans la composition des remblais. On a reconnu que ces remblais, quel que fût le terrain sur lequel ils reposaient, étaient sujets à s'ébouler, si on ne les construisait avec certaines précautions.

Ces précautions consistent principalement dans l'emploi de certains moyens pour préserver l'argile du contact des eaux coulant à la surface du sol ou des eaux pluviales; l'argile, n'étant pas délayée,

[1] L'auteur anglais auquel nous empruntons ce paragraphe, ne dit pas que M. Georges Stephenson ait élargi la base des remblais au passage des marais, mais il y a lieu de le penser.

n'est pas, plus que toute autre espèce de terre, sujette à se déplacer.

M. Delaserre, pour préserver des eaux pluviales les remblais glaiseux, sur le chemin de la rive gauche, les a enveloppés d'une couche aussi épaisse que possible de bonne terre, bien pilonnée, associée au noyau argileux au moyen de redans pratiqués dans ce noyau, et a gazonné soigneusement les talus. Quant aux eaux coulant à la surface du sol, elles ont été détournées du pied du remblai au moyen d'aqueducs, de fossés ou de pierrées.

Moyens employés pour prévenir l'éboulement des talus des remblais glaiseux au chemin de Versailles (rive gauche).

L'épaisseur de la couche de bonne terre a été fixée, pour les remblais de 12 mètres à 15 mètres de hauteur, à $0^m,50$ au sommet, et on arrêtait le corps du remblai glaiseux suivant un talus de 45 degrés, tandis que le talus extérieur était à 1 et demi de base pour 1 de hauteur. La couche de bonne terre augmentait par conséquent d'épaisseur du sommet vers le pied.

Pour des motifs d'économie, on employait la glaise en couche mince bien corroyée, alternant avec le sable. Outre l'économie, on y a trouvé un autre avantage : les eaux de pluie, tombant à la surface du remblai, ne pouvaient s'infiltrer à travers le sable et opérer une solution de continuité entre les deux natures de terrain.

Les petites couches de glaise s'arrêtaient à une petite distance de la surface du talus de bonne terre,

en sorte que leur tranche même n'était pas exposée au contact de l'air.

Sur un remblai de 16 mètres de hauteur, exécuté à Chaville, l'épaisseur de l'enveloppe a été très-notablement réduite. La base du talus en sable, sur 3 mètres à 4 mètres de largeur, a seule été pilonnée avec soin. Le reste n'a que $0^m,50$ à 1 mètre d'épaisseur, et ne produit guère d'autre effet que de soustraire les glaises au contact de l'air et à l'influence de la gelée, ce qui a suffi pour les préserver de tout accident.

Les glaises non-seulement sont sujettes à couler lorsque, une fois en place, elles sont délayées par les pluies ou par les sources naturelles, mais encore se dessèchent difficilement quand elles ont été mouillées avant de les employer. M. Delaserre a obtenu d'excellents effets, dans ce dernier cas, en mélangeant avec les couches de glaise, dans le corps même du remblai, des couches minces de sable sur une épaisseur de $0^m,08$ à $0^m,10$ pour $0^m,40$ à $0^m,80$ de glaise.

Une portion du chemin de 800 mètres de longueur est tout entière exécutée en remblai de glaise assez sèche. Ce remblai a été fait au waggon et sans aucune précaution particulière ; seulement, les talus ont été saupoudrés de sable sur $0^m,05$ environ d'épaisseur pour faciliter la végétation et atténuer l'effet des pluies. Ce remblai, qui a 4 mètres à 5 mètres de hauteur, a assez bien tenu. Néanmoins,

il est prudent de n'employer les glaises que par couches horizontales, dressées et pilonnées, ou bien exécutées au tombereau ; et, lorsque la hauteur du remblai dépasse 5 mètres à 6 mètres, il est indispensable de recourir à des précautions semblables à celles dont nous venons de parler [1].

Tous les remblais tassent. Les matériaux qui les composent se rapprochent et se condensent ; le volume et, par suite, la hauteur des remblais diminuent. Le tassement varie principalement suivant la nature des matériaux qui composent le remblai, le procédé suivi pour le construire et sa hauteur. Certaines espèces de terres tassent beaucoup plus que d'autres. Les remblais faits au waggon, qui n'ont pas été pilonnés, tassent plus que les remblais pilonnés. Enfin le tassement du remblai, toutes circonstances égales d'ailleurs, varie à peu près proportionnellement au cube de sa hauteur. Tassement des remblais.

Ce tassement dure souvent plusieurs années. Il va en diminuant, jusqu'à ce qu'enfin il vienne à cesser complétement.

Il faut, lorsqu'on construit les remblais, ne pas oublier de l'apprécier aussi exactement que possible et d'en tenir compte. Si donc les remblais ne tassaient pas, on leur donnerait, dès l'origine, la hauteur qu'ils doivent avoir d'après le profil en long du chemin, déduction faite de l'épaisseur de la

[1] Ces détails sont extraits d'un mémoire de M. Delaserre inséré dans les *Annales des ponts et chaussées*.

chaussée (50 centimètres environ); mais il convient de l'augmenter de toute celle du tassement. Il en résulte que, cet excédant à ajouter à la hauteur des profils variant d'une extrémité à l'autre d'un remblai comme le cube de la hauteur au-dessus du sol, les chemins de fer posés sur les remblais nouveaux présentent une série de pentes et de contre-pentes, même dans les portions dont, en définitive, la pente doit être uniforme. Mais ces pentes et ces contre-pentes, ayant peu de longueur, ne nuisent pas à l'exploitation, et leur effet tend chaque jour à diminuer.

Si, au contraire, on élevait le remblai à la hauteur des profils, il en résulterait non-seulement une dépense à cause de l'augmentation successive d'épaisseur de la couche de sable ou de pierres concassées qui forment la chaussée, mais aussi par suite du travail que l'on est obligé de faire continuellement pour relever progressivement la voie à mesure que le sol s'affaisse.

Il est essentiel d'observer que, dans le calcul de l'excédant de hauteur qu'il convient de donner au remblai pour tenir compte du tassement, il vaut mieux risquer de se tromper en moins qu'en plus, car il est beaucoup plus facile et, par conséquent, beaucoup moins dispendieux de relever la voie en ajoutant du sable que de la baisser en creusant sous les traverses.

Le mouvement de tassement des remblais est quelquefois tellement sensible qu'ils se fendent

longitudinalement. Dès que l'on aperçoit le plus léger indice d'une crevasse se formant de cette manière, il faut enlever la chaussée et faire pilonner des terres dans la crevasse, afin que la solidité du remblai ne soit pas compromise par l'eau et par le sable s'introduisant dans cette fente.

Il serait sage de ne livrer à la circulation que les portions de chemins de fer en remblai qui ont déjà subi une partie de leur tassement. Il faut, autant que possible, conduire les travaux de manière à remplir cette condition sans retarder l'ouverture de ces voies de communication. Eviter de livrer les portions en remblais à la circulation avant qu'elles aient tassé.

Le désir bien naturel de satisfaire le public ayant entraîné l'administration des chemins de fer belges à exploiter le chemin de fer de Bruxelles à Mons, lorsque à peine il était achevé, il n'en est résulté, grâce à l'extrême prudence des chefs de l'exploitation, aucun accident pour les voyageurs. Mais l'entretien de ce chemin a été fort coûteux, et, tout récemment, la voûte d'un viaduc sur la section de Braisne-le-Comte à Manage s'est écroulée sur une étendue de 25 mètres environ, sans doute parce que les maçonneries avaient été fatiguées par le passage des convois avant d'avoir pris toute la consistance nécessaire. L'empressement des localités à entrer en possession des chemins de fer, dit le *Journal des chemins de fer belges* en rendant compte de cette circonstance, a coûté des sommes énormes au trésor.

Prescriptions des cahiers de charges anglais sur la confection des grands remblais.

En Angleterre on prescrit dans les cahiers des charges, pour les terrassements, l'emploi des plus grandes précautions pour la confection des remblais et pour les préserver de la pénétration des eaux, soit pendant leur construction, soit après leur achèvement. Nous terminerons ce chapitre sur les terrassements par l'extrait suivant d'un des cahiers de charges du chemin de Londres à Birmingham :

« Les talus de tous les remblais mentionnés dans ce cahier de charges doivent avoir une inclinaison de 2 de base sur 1 de hauteur. La largeur du remblai au niveau de la ligne rouge sera de 23 pieds (5m,75), après que le gazon ou la terre auront été placés.

« Chaque remblai sera exécuté avec la hauteur et la largeur fixées au cahier des charges, en ayant égard aux tassements du terrain, et conformément aux instructions de l'ingénieur. En quelque circonstance que ce soit, cette clause devra être strictement observée, afin d'éviter de se trouver par la suite dans la nécessité d'ajouter soit à la hauteur, soit à la largeur des remblais, pour les mettre au niveau convenable.

« La surface du remblai sera toujours convenablement dressée et entrecoupée de rigoles, de manière à empêcher les amas d'eau et à assurer l'assèchement des remblais pendant leur construction.

« Les talus n'ayant pas l'inclinaison ordonnée,

l'entrepreneur sera tenu de les dresser, et cette opération devra se faire au fur et à mesure de l'avancement des travaux.

« Le remblai se consolidant, on donnera à leurs accotements la pente indiquée dans la coupe jointe à ce cahier de charges, et on les recouvrira d'une couche de gazon de 8 pouces d'épaisseur, dont la partie verte devra se trouver à l'extérieur.

« Le gazon sera pris sur le terrain que doit occuper le remblai. On empruntera également à ce terrain la terre destinée à être plus tard étendue en couches de 6 pouces sur les talus.

« Les talus dans cet état devront être ensemencés de trèfle et de luzerne mêlés en quantités égales. L'ensemencement aura lieu aussitôt que la saison le permettra et s'effectuera à raison de 1k,68 de graine par hectare de talus.

« Lorsque, parmi les matériaux composant un remblai, il s'en trouve d'un volume de plus de 6 pouces de diamètre, on sera tenu de les casser. »

CHAPITRE III.

DE LA CONSTRUCTION DE LA CHAUSSÉE.

§ 1. Mode de construction.

Considérations générales.

On sait que les bandes de fer ou rails qui composent la voie d'un chemin de fer sont fixées, au moyen de pièces en fonte que l'on nomme *coussinets*, à des dés en pierre ou à des traverses en bois qui servent de fondations au chemin.

Si ces dés ou ces traverses étaient posés sur le sol sans interposition d'autre substance, le sol se délayant à la suite des pluies, le terrain tasserait inégalement et se dérangerait à tel point qu'il deviendrait impossible de le parcourir à de grandes vitesses sans risquer à chaque instant de sortir de la voie. Les dés ou traverses doivent donc se poser sur un lit perméable, et l'eau qui traverse ce lit doit pouvoir s'écouler facilement. C'est ce lit perméable et la couche qui le recouvre, couche dans laquelle les dés ou les traverses sont enterrés, qui forment ensemble la chaussée, dont nous avons dit plus haut que l'épaisseur était ordinairement de 50 à

60 centimètres. La chaussée est toujours bordée de fossés de chaque côté.

Le mode de construction de la chaussée dépend du terrain sur lequel elle repose.

On établit la chaussée :

1° En déblai sur un terrain solide;

2° En remblai sur un terrain rapporté ;

3° Sur un terrain mou et flexible, soit à la surface du sol, soit en déblai.

Dans les tranchées le déblai est poussé immédiatement jusqu'à une profondeur de 50 ou 60 centimètres environ au-dessous du niveau des rails. Le terrain étant solide, on règle le fond de manière à ce qu'il incline de 3 centimètres, à partir de l'axe, vers l'un et l'autre côté, comme l'indique la fig. 3, série A, pl. I. Puis on construit parallèlement à l'axe deux petits murs en pierre sèche qui séparent la chaussée des fossés. Ces murs ont un fruit d'un dixième du côté du fossé. Leur hauteur est égale à celle de la chaussée. Entre les murs et jusqu'à une hauteur de 0m,25 on étend une couche de sable, de pierres concassées, de menu charbon ou de toute autre substance perméable et légèrement élastique, car la chaussée non-seulement doit être perméable, afin de rester constamment sèche, mais encore légèrement élastique, afin que les mouvements des convois sur la voie en fer soient le plus doux possible. Sur cette couche on pose, à l'emplacement de chacune des files de rails, des files de dés

Chaussée en déblai.

parallèles, ou perpendiculairement à l'axe de chacune des voies une série de traverses. Les dés d'une même file et les traverses d'une même voie sont plus ou moins écartés suivant les dimensions des rails. Les dés de files différentes appartenant à une même voie sont placés deux à deux sur une perpendiculaire à l'axe, et leur distance d'axe en axe est égale à la largeur de la voie prise aussi d'axe en axe. Les coussinets sont fixés aux dés ou aux traverses avant leur mise en place. Dans ces coussinets on ajuste les rails, on les fixe au moyen de coins, puis enfin on remplit l'intervalle entre les dés ou les traverses, jusqu'au niveau de la face supérieure des murs en pierre sèche, avec la matière déjà employée pour la partie inférieure de la chaussée.

Il importe que les dés, et plus particulièrement les traverses, soient bien enveloppés de cette matière qui, étant pilonnée tout autour, les empêche jusqu'à un certain point de se déranger, et préserve les traverses de la pourriture. Dans les courbes surtout il est essentiel que les abouts des traverses du côté de la grande courbe soient bien soutenus par l'ensablement, si l'on ne veut être obligé de repousser fréquemment les traverses à leur place.

Plus tard, en traitant dans le chapitre V de la pose et de l'entretien de la voie, nous dirons quels sont les soins à prendre pour fixer convenablement

chacune de ses parties, dés ou traverses, coussinets et rails.

Avantages relatifs des dés et des traverses.

Les dés sont, dans certaines localités, moins coûteux que les traverses en bois, mais ils ne jouissent pas, comme les traverses, d'une certaine élasticité favorable à la conservation du matériel et à la motion ; ils ne relient pas, comme les traverses, les deux files de rails d'une même voie de manière à en maintenir l'écartement et à en rendre le tassement moins inégal ; enfin, plus difficiles à relever que les traverses, lorsque la voie baisse, ils rendent l'entretien beaucoup plus coûteux.

Sur les remblais, on emploie *exclusivement* des traverses ; dans les tranchées, on peut employer des dés ou des traverses ; aujourd'hui, toutefois, on préfère généralement les traverses, à moins qu'il n'y ait une très-grande différence de prix en faveur des dés.

On a élevé une seule objection contre l'emploi des traverses, mais elle est grave : on craint d'être obligé de les renouveler fréquemment.

Procédés employés pour la conservation des bois.

Différents procédés ont été employés ou proposés pour en assurer la conservation. En Angleterre, on les a imbibées de sublimé corrosif par le procédé de Kyan ; en France, on a trouvé le sublimé trop coûteux ou l'on a douté de sa complète efficacité ; on a essayé la créosote impure et différents sulfates, et, en dernier lieu, un Bordelais, M. Boucherie, a imaginé d'imprégner de pyrolignite de fer les bois sur

pied, ou même après avoir été coupés, mais encore verts et garnis de leur feuillage. Jusqu'à présent, aucun de ces procédés, celui de Kyan excepté, n'a été employé sur une grande échelle et pendant assez de temps pour qu'on puisse lui accorder une préférence décidée.

Nous avons tenté quelques essais avec la créosote impure, mais la quantité de créosote absorbée était tellement considérable que nous avons dû renoncer au projet d'employer ce réactif, ne fût-ce qu'en raison de la dépense.

Essais sur le procédé de M. Boucherie.

Il a été fait par M. E. Prisse, ancien élève de l'École centrale des arts et manufactures, ingénieur des ponts et chaussées au service de Belgique, des expériences sur le procédé de M. Boucherie. Nous extrayons, de renseignements que M. Prisse a bien voulu nous communiquer sur ces expériences, la note suivante :

« On a opéré principalement sur des bois de hêtre et de peuplier, et l'on a essayé comme réactifs le pyrolignite de fer seul ou mélangé à des dissolutions de sel ordinaire ou de chlorure de calcium, et enfin ces chlorures seuls.

« On a trouvé :

« 1° Que les bois préparés en grand ne se pénétraient ni également ni uniformément ;

« 2° Que les traverses préparées, lors même qu'elles étaient bien pénétrées de réactifs, ne pa-

raissaient pas durer autant que des traverses en chêne non préparées.

« A la vérité, on n'a pas encore observé de commencement d'altération sur les traverses préparées posées dans la voie, mais il n'en est pas de même pour d'autres qui ont été plantées en terre. Ces traverses, ainsi placées au mois de mars de l'année dernière (1842), étaient déjà attaquées à la fin de novembre, tandis que des traverses en chêne placées à côté et en même temps étaient intactes.

« La pourriture ou le commencement d'altération observé sur les traverses de peuplier ou de hêtre préparé avec les divers réactifs précités, pénétrait à quelques millimètres de profondeur et se manifestait par un raccourcissement des fibres du bois dont la surface était déjà tout à fait noircie et friable. La partie de ces traverses qui était restée à l'air était en bon état.

« La dépense par traverse a été :

« Pour main-d'œuvre, frais d'établissement, etc.	0 fr. 55 c.
« Pour réactif.	0 20
« Pour droits de brevet.	0 40
	1 fr. 15 c.

« Aux prix actuels des bois en Belgique, une traverse en bois blanc ainsi préparée coûterait à peu près le même prix qu'une traverse en chêne têtard non préparée. »

M. Prisse considérerait comme un grand avantage

de pouvoir remplacer, à dépense égale, le chêne têtard par le bois blanc; mais, en se reportant aux résultats indiqués plus haut, on a lieu de craindre que le procédé Boucherie ne soit pas aussi efficace qu'on l'avait espéré d'abord.

Le représentant de M. Boucherie en Belgique a taxé d'exagération le prix de revient établi par M. Prisse. Cet ingénieur déclare toutefois qu'il le maintient comme exact, à moins qu'on ne trouve un mode plus économique d'opérer que celui qu'il a mis en œuvre.

M. Payen, membre de l'Académie des sciences, a également essayé le procédé Boucherie: les résultats qu'il a obtenus diffèrent peu de ceux indiqués par M. Prisse.

Dans notre opinion, les expériences de M. Prisse et de M. Payen jettent du doute sur l'efficacité du procédé Boucherie. Nous pensons néanmoins qu'il est nécessaire de les répéter avant de porter un jugement définitif sur ce moyen de conservation des bois. Le gouvernement français a ordonné des essais en grand qui, peut-être, trancheront la question.

Toutes les espèces de bois ne se conservent pas également bien; plus loin, en traitant du cahier des charges pour la fourniture des traverses, nous dirons quelles sont les espèces préférables.

Matières diverses employées pour la construction des chaussées.

Le sable peu argileux ou non argileux à gros grains est la substance la plus généralement employée pour la composition de la chaussée; plus

loin nous nous étendrons davantage sur les qualités dont il doit jouir pour former une bonne chaussée.

Les pierres concassées sont moins homogènes, moins élastiques que le sable. Nous ne connaissons qu'un petit nombre de chemins où l'on ait posé des traverses sur des pierres concassées, mais il en existe beaucoup où l'on s'est servi de pierres concassées pour la pose sur dés.

La menue houille est employée avantageusement au lieu de sable sur plusieurs chemins de fer d'Angleterre (Darlington à Stockton, Liverpool à Manchester).

Sur le chemin de Lille à la frontière belge, on s'est servi en quelques endroits, nous a-t-on dit, de brique pilée. On a aussi employé la brique pilée sur le chemin de Croydon.

Nous lisons dans le dernier rapport du ministre des travaux publics aux Chambres belges, que l'on a employé pour la chaussée de plusieurs chemins, en Belgique, un mélange de sable et de cendres d'usine, les cendres d'usine étant employées à la surface.

Au fond de l'encoffrement, dans certaines parties où le remblai est composé de tourbe, et dans d'autres tranchées où le terrain est assez humide (partie entre Boussu et la frontière française), on s'est servi de pierrailles et de laitier.

Enfin Wishaw, dans son ouvrage sur les chemins

de fer anglais, prétend qu'on a employé avec succès un mélange de sable et de craie, et aussi un mélange de sable et de grès pilé.

Modifications au mode ordinaire de construction de la chaussée 1° sur le chemin de Darlington.

Sur une partie du chemin de Darlington à Stockton, M. Storey a posé les dés sur de petits murs, comme fig. 6, série A, pl. I; mais aucun ingénieur anglais, à notre connaissance, n'a jugé ce mode de construction de la voie digne d'imitation.

2° sur le chemin de Saint-Etienne.

Sur le chemin de Saint-Etienne à Lyon, on a laissé subsister dans l'entre-voie et sur les accotements des massifs de terre, pour ménager du sable, comme l'indique la fig. 7, série A, pl. I. Ces massifs sont traversés de pierrées afin de donner écoulement aux eaux vers les fossés. Les dés sont posés dans des fossés parallèles dont le fond et les côtés sont garnis de sable.

3° sur le chemin de Versailles (rive gauche).

Sur le chemin de Versailles (rive gauche), on a, sur un petit nombre de points, diminué de la même manière le volume du sable à employer pour la chaussée; mais on n'a pas tardé à reconnaître qu'il était impossible, lorsqu'on se servait de pinces pour relever la voie, de ne pas renverser les massifs de terre, qui en se mélangeant alors avec le sable en altèrent la qualité.

Sur quelques chemins de fer, en Angleterre, on a établi, suivant l'axe de l'entre-voie, un petit aqueduc communiquant avec des aqueducs transversaux; l'eau, après avoir traversé la couche de sable, pénètre dans ces aqueducs au travers des murs en

pierre sèche qui en forment les parois, et de l'aqueduc central s'écoule au dehors par de petits caniveaux perpendiculaires à la voie. (Fig. 2, 3 et 4, pl. II, série A.)

Sur les chemins belges, on a ménagé des aqueducs du même genre, mais seulement dans des portions de chemin posées sur un sol très-humide. (Voir pl. I, série A, fig. 4 et sa légende.)

Quelquefois on supprime dans les tranchées les petits murs en pierre sèche qui supportent la chaussée, et le sable de la chaussée prend son talus naturel du côté du fossé (chemin de Versailles, rive droite). On peut craindre alors qu'il ne soit entraîné dans le fossé par les grandes pluies. On est aussi, dans ce cas, obligé d'élargir le fond de la tranchée de la différence de largeur qui résulte de la différence d'inclinaison entre la paroi en pierre sèche et la paroi en sable. Suppression des petits murs en pierre sèche.

Pour diminuer autant que possible l'inégalité de résistance des joints, on a rapproché, sur certains chemins de fer (chemin d'Orléans), de la traverse de joint les deux traverses voisines, de manière à multiplier les points d'appui du rail vers le point où il est le plus faible. Rapprochement des traverses dans le voisinage des joints.

On est alors obligé d'écarter les autres points d'appui ou d'augmenter le nombre des traverses.

Lorsque l'on pose sur traverses, les inégalités de résistance de la voie sont moins sensibles que lors- Pose sur châssis.

qu'on pose sur dés, mais elles le sont encore beaucoup trop au passage des joints.

Ce n'est pas seulement en rapprochant de la traverse de joint les traverses voisines, comme nous venons de l'indiquer, que l'on a cherché à remédier à cet inconvénient.

On a posé les rails sur un châssis composé de traverses et de longuerines; on a aussi posé les rails sur longuerines seules.

En adoptant le premier mode de construction, c'est-à-dire en reliant les traverses par des longuerines, on rend solidaires les traverses qui, souvent, tassent inégalement, et on soutient les joints de toute la roideur du bois.

Mais il faut, pour que ce système atteigne le but qu'on se propose, que les bois soient assemblés de telle sorte que leurs faces inférieures soient dans le même plan. Autrement, la couche de sable qui porte le châssis devrait être très-épaisse. En outre, les réparations sont plus difficiles et plus coûteuses qu'avec les traverses isolées.

Ce système de châssis ne peut donc convenir que dans le cas où les rails sont fixés directement aux longuerines, sans coussinets interposés, car alors la longuerine fait partie du rail, et la voie, à proprement parler, ne pose plus que sur un système de traverses.

Pose sur longuerines seules. Lorsqu'on pose sur longuerines seules, le sol étant comprimé directement, la longuerine s'enfonce dans

la chaussée, tandis que, si les rails en fer ou en bois et fer portent sur des traverses, l'effet de la pression sur le sol est atténué par l'élasticité des traverses.

Sur le chemin de Bristol, on soutenait dans l'origine une partie des traverses au moyen de pieux battus dans le sol. La dépense était considérable, et l'on ne tarda pas à reconnaître que les rails fléchissaient entre ces points résistants, éloignés de plusieurs mètres, à un tel degré que la voie, au bout d'un certain temps, présentait une série d'ondulations. Les pieux furent alors supprimés. Pieux employés pour soutenir les traverses au chemin de Bristol.

On a enfin, sur une partie du chemin de Bolton, placé les rails sur des murs continus en pierre de taille; mais la voie devenait ainsi très-coûteuse à établir, très-coûteuse à réparer, et manquait de flexibilité. Pose sur murs en pierre.

Revenons au mode de construction de la chaussée.

La chaussée se construit sur les remblais comme dans les tranchées sur terrain solide (voir fig. 1 et 2, série A, pl. I), avec cette seule différence que l'on donne une plus grande largeur à l'accotement, et que le plus généralement l'eau s'écoule sur les talus du remblai, au lieu de s'écouler par des fossés. Construction de la chaussée en remblai.

Il n'est pas absolument nécessaire de bomber la surface sur laquelle pose la chaussée comme en déblais; le bombement se produit naturellement par suite du tassement inégal du remblai.

Construction de la chaussée sur terrain mou : 1° en terrain marécageux.

La chaussée devant être posée sur terrain mou, cette espèce de terrain se présente de différentes manières. Quelquefois c'est un terrain marécageux, facile à dessécher ou de peu de profondeur, ou bien un terrain marécageux d'une grande profondeur, ou enfin un terrain sableux aquifère d'une profondeur inconnue.

a. facile à dessécher.

Si le terrain est facile à dessécher, on opère le desséchement, et le terrain étant devenu solide, on retombe dans l'un des cas précédents.

b. peu profond.

Si le terrain marécageux a peu de profondeur, et que l'on ne juge pas facile ou convenable de le dessécher, on enfonce des pilots dans le terrain solide sur lequel pose le terrain marécageux; on réunit les têtes de ces pilots par des longuerines; sur ces longuerines on pose des traversines, et sur ces traversines un nouveau cours de longuerines, qui porte les rails. C'est ainsi que, dans certains marais de la Caroline du Sud aux Etats-Unis, on a établi le chemin.

On peut encore, dans ce cas, combler avec des déblais solides la partie du marais que l'on veut traverser.

c. très-profond.

Le marais est-il très-profond, comme celui de Chatmoss, sur le chemin de Liverpool à Manchester, il faut recourir à un autre expédient.

On dessèche alors une couche de terrain de 15 à 18 pouces d'épaisseur sur l'emplacement du chemin, au moyen de fossés parallèles, comme nous

l'avons indiqué plus haut, puis sur cette bande de terrain on pose un lit de fascines, sur le lit de fascines une couche de pierrailles, un cours de longuerines, des traversines, et enfin un second cours de longuerines, comme l'indique suffisamment la fig. 6, série A, pl. I.

Le dernier cas, celui d'un terrain sablonneux aquifère d'une profondeur considérable, s'est rencontré au chemin de la rive gauche, au fond d'une grande tranchée, celle des fours à chaux. 2° terrain sablonneux aquifère.

Pour établir la chaussée, on a enfoncé le long de chaque talus, à droite et à gauche de l'axe du chemin, deux cours de palplanches éloignés d'environ 1 mètre. Les terres ont ensuite été vidées entre ces cours de palplanches. Dans chacune des excavations ainsi formées, on a construit des murs en pierre sèche, dans l'intervalle desquels les fossés se sont trouvés placés. On a desséché de cette manière une couche de terrain comprise entre les deux fossés. On a déblayé cette couche; sur le fond de cette nouvelle excavation, on a posé avec soin un lit de grosses pierres; sur ce premier lit, on en a étendu quelquefois un second, et même un troisième de pierres moins grosses, et enfin sur ces pierres on a construit la chaussée en sable de $0^m,50$ d'épaisseur, comme sur un terrain solide [1].

La portion ainsi construite sur le chemin de la

[1] Ce mode de construction de la chaussée est représenté dans l'une des planches de profils.

rive gauche est la meilleure de toute la ligne. La voie fléchit légèrement au passage des convois, sans qu'il y ait le moindre danger pour les voyageurs.

§ 2. Du cahier de charges pour la fourniture du sable, des pierres concassées, des dés et des traverses.

Nous allons, en indiquant les conditions que doit remplir le sable, pour être propre à la construction de la chaussée, fournir les éléments nécessaires pour la rédaction du cahier des charges qu'il convient d'imposer aux entrepreneurs.

Conditions que doit remplir le sable employé pour la chaussée.

Le sable employé à la construction de la chaussée doit être composé de grains de moyenne grosseur et assez durs pour ne pas être écrasés et réduits en poudre au passage des convois.

L'eau circule moins bien dans le sable fin. Ce dernier d'ailleurs, étant facilement soulevé par le vent, ou même par le simple courant d'air produit par le passage du convoi, devient nuisible aux machines, en se logeant dans leur mécanisme. Il pénètre dans les joints et jusque sur les fusées des essieux, s'y attache au moyen de la graisse qui les lubrifie, et en occasionne promptement la destruction.

Le sable qui contient une forte proportion d'argile, à l'état de mélange, absorbe l'eau et se convertit en boue à la suite des grandes pluies. Il doit

donc être rejeté. Mais si l'argile n'est qu'en petite quantité, loin d'altérer la qualité du sable, elle lui donne une certaine consistance et l'empêche de se déplacer trop facilement.

On a employé pour la chaussée des chemins de Saint-Germain, de Versailles (rive droite) et de Versailles (rive gauche) du sable de plaine que les géologues modernes rangent parmi les *diluvions*, et qui se compose de fragments de toute espèce de roche.

Les grains de ce sable, arrondis par les eaux, sont presque tous quartzeux. Les parties tendres de la roche dont il provient ont été entraînées par le courant à une plus grande distance que ces grains; une petite portion, précipitée à l'état de mélange avec le sable quartzeux, le rend légèrement argileux et, par conséquent, convenable, sous tous les rapports, pour l'usage auquel il a été appliqué.

Le sable de rivière, rangé parmi les *alluvions*, est également composé de grains presque tous quartzeux; mais il n'est pas argileux comme celui de la plaine. On s'en est également servi pour quelques parties du chemin de Versailles (rive gauche).

Nous avons aussi employé et vu employer en Angleterre et en Belgique des sables assez fins et passablement argileux. Il faut alors faciliter l'écoulement des eaux de la chaussée, au moyen de rigoles ou de toute autre manière.

Sur le chemin de Versailles (rive droite), on a été

obligé de suspendre l'exploitation pendant plusieurs mois, pour remplacer à grands frais du sable trop argileux par un sable de meilleure qualité.

On ne peut, dans certaines localités, se procurer de bon sable qu'à des prix fort élevés.

Prix du sable sur plusieurs chemins.

Sur le chemin de Saint-Germain, qui traverse des sablières, le mètre cube, sur la voie, n'a pas coûté plus de 2 francs; sur celui de Versailles (rive gauche), il est revenu, sur certains points qui n'étaient cependant pas fort éloignés des carrières, à 4 francs, 4 fr. 50 c. et 5 francs; et, sur d'autres, à 6 et 7 francs; sur le chemin de Lille à la frontière belge, on l'a payé jusqu'à 12 francs.

Le sable pris à la carrière coûte rarement plus de 50 à 75 centimes le mètre cube. Ce sont les frais de transport qui en augmentent la valeur.

Comme il faut au moins 4 mètres cubes de sable par mètre courant pour la construction de la chaussée, et que, la première année d'exploitation, on en consomme considérablement pour relever le chemin sur les remblais, il importe de calculer avec soin cet article de dépense dans les devis.

Avantage que trouve une Compagnie à se charger de l'ensablement.

La Compagnie pouvant se servir de ses rails, de ses machines et de ses waggons pour l'ensablement, trouvera de l'avantage à se charger de cette opération. Une partie de la quantité de sable nécessaire à une des voies, celle sur laquelle les traverses reposent, et qui forme une couche d'environ 25 centimètres d'épaisseur, devra nécessairement être trans-

portée avec des tombereaux; mais l'autre partie, et toute la portion qui sert à la pose de la seconde voie, seront transportées avec les waggons.

Le sable est cubé au moment où le fournisseur le dépose en tas sur le bord de la voie. Mis en place pour la construction de la chaussée, il diminue de volume par suite de la compression qu'on lui fait subir en le pilonnant.

Conditions que doivent remplir 1° les pierres concassées employées pour la chaussée, 2° les dés.

Les pierres concassées doivent être, autant que possible, d'égale dureté, et pouvoir résister comme le sable à l'écrasement. Il faut rejeter les pierres que la gelée réduirait en poussière.

On peut se servir pour les dés de toute espèce de pierres, pourvu qu'elles ne soient ni trop tendres ni gelives.

Sur le chemin de Saint-Étienne à Lyon, on a employé les grès des terrains houillers; sur celui de Liverpool à Manchester, des pierres calcaires; sur le chemin de Roanne, des granits.

On doit fixer dans le cahier des charges les dimensions des dés. Sur les chemins anglais, ils n'ont pas moins de $0^{m},60$ de côté et $0^{m},30$ de hauteur. Il n'est pas nécessaire qu'ils soient de forme parfaitement régulière; il suffit que la base soit assez grande pour qu'ils soient bien assis sur la chaussée.

Conditions que doivent remplir les traverses.

Les traverses doivent être en bois de bonne qualité, suffisamment sec, et autant que possible purgé d'aubier.

Le chêne est le bois qui se conserve le mieux,

puis le hêtre rouge, le peuplier à feuilles blanches, le mélèze. Le saule et certaines variétés de sapins pourrissent très-rapidement.

Sur les chemins des environs de Paris, et sur le chemin de Bâle à Strasbourg, on a employé exclusivement le chêne. En Angleterre, où le chêne est rare, les traverses sont en sapin, mais toutes sont imbibées de sublimé corrosif.

En Belgique, le chemin de Bruxelles à Anvers avait été posé sur des bois blancs de mauvaise qualité. Ces traverses ont dû être toutes remplacées après six ou sept ans d'usage. Le chêne têtard a été substitué au bois blanc.

Le bois pour les traverses doit avoir un an de coupe au moins. Le bois qui a séjourné quelque temps dans l'eau, comme le bois connu à Paris sous le nom de *bois flotté*, est le plus estimé.

Le bois des traverses doit être sain, sans défauts, tels que roulures, nœuds vicieux, etc.

Dimensions des traverses.

Le cahier des charges doit fixer les limites *minima* et *maxima* de grandeur pour les traverses, si elles sont payées au cube, et les limites *minima*, si elles le sont à la pièce.

Il est très-important que les traverses soient de grandes dimensions. Un chemin posé sur des traverses trop faibles manque de solidité et coûte beaucoup à réparer. Les traverses placées sous les joints des rails, dites traverses de joint, doivent être choisies parmi les plus belles.

Les traverses doivent être longues et larges pour conserver leur assiette sur le sol; toutefois, il ne faut pas que la largeur dépasse une certaine limite, car il devient impossible de bourrer convenablement le sable sous une traverse trop large, et la traverse n'étant soutenue que sur les bords, tandis que les chevillettes qui fixent les coussinets sont toutes quatre placées sur son axe, il en résulte fréquemment qu'elle se fend par le milieu au passage d'une locomotive et que les coussinets perdent toute leur solidité.

Les dimensions prescrites sur le chemin de la gauche, pour les traverses, étaient :

Longueur.	2m,20 à 2m,40
Epaisseur.	0 15 à 0 20
Largeur.	0 20 à 0 35

Un quart des traverses au moins devaient avoir 30 centimètres de largeur, afin de pouvoir être placées sous les joints.

Nous avons constaté qu'avec une longueur de moins de 2m,20 la plupart des traverses se fendaient, lorsqu'on enfonçait les chevillettes. Le même accident arrivait avec des traverses de moins de 15 centimètres d'épaisseur, parce que les chevillettes les traversaient.

Au chemin de Bâle à Strasbourg, les dimensions prescrites au fournisseur étaient :

Longueur.	2m,20
Largeur.	0 25
Epaisseur.	0 15

Un grand nombre ont été livrées avec de plus fortes dimensions.

Sur la plupart des chemins de fer du premier ordre établis en Angleterre (Liverpool à Manchester, Londres à Southampton, Manchester à Birmingham, Nottingham à Derby, etc.), la longueur des traverses est ordinairement de 2^{m},70 et ne descend pas au-dessous de 2^{m},40. La longueur est de 0^{m},22 à 0^{m},25; la hauteur de 0^{m},11 à 0^{m},14. La longueur des chevillettes est proportionnée à la hauteur.

Sur les chemins belges nouvellement construits, les traverses ont aussi 2^{m},70 de longueur.

Les traverses des chemins de Versailles (rive gauche) et de Bâle à Strasbourg seraient donc trop courtes.

C'est ce qui prouve l'effet produit sur la couche de sable par les traverses qu'il est nécessaire de relever, lorsqu'elles n'ont que 2^{m},20 à 2^{m},40 de longueur. Si on examine cette couche, on reconnaît qu'elle n'a subi que de faibles altérations vers le milieu de la traverse, tandis que, vers les extrémités, le sable le plus fin est descendu dans le bas de la chaussée et que le sable à gros grains a remonté à la surface. Il faut en conclure que les vibrations de la traverse ont été très-fortes aux extrémités, et que, par conséquent, les points d'appui du rail sont trop voisins de ces extrémités.

Traverses en bois équarris et en rondins.

Aux environs de Paris, nous avons employé des traverses en bois équarri, non que le bois équarri

nous ait paru préférable aux rondins, mais parce qu'on trouve plus facilement dans le commerce de grosses pièces de bois que des rondins. En Belgique et en Angleterre, presque tous les chemins de fer sont établis sur des rondins coupés par le milieu et posant sur le sol par la surface plane.

La Compagnie peut débiter elle-même les bois qu'elle achète en grume. Il est alors nécessaire que l'ingénieur en chef exerce la plus grande surveillance pour se mettre à l'abri des erreurs quelquefois intéressées que commettent les charpentiers qu'il charge de ligner le bois, et des vols de toute nature qui peuvent se commettre si facilement dans un chantier. Débit des bois pour les traverses.

Cette surveillance étant fort difficile au milieu de tous les soins qu'exige la direction d'une vaste entreprise, la Compagnie trouvera souvent de l'avantage à mettre en adjudication la fourniture des traverses.

Sur le chemin de Versailles (rive gauche), nous avons essayé les deux modes, et le second nous a paru préférable au premier.

La Compagnie, débitant elle-même ses traverses, doit employer les bouts de bois provenant de cette opération à la fabrication des coins.

Les traverses en chêne sur le chemin de Versailles (rive gauche), cubant un peu plus de 1 décistère, nous sont revenues à 7 fr. 50 c. la pièce environ. Prix des traverses.

Sur le chemin de Bruxelles à Anvers, des traverses en chêne têtard ne coûtent que 3 fr. 80 c.

En Angleterre, sur le chemin de Londres à Birmingham, les traverses en sapin ont coûté 9 francs environ la pièce; leur préparation par le sublimé corrosif a été payée en outre 90 centimes.

Sur d'autres chemins de fer anglais, le prix des traverses a été un peu moins élevé.

CHAPITRE IV.

DES RAILS ET COUSSINETS, ET DES CAHIERS DE CHARGES POUR LEUR FABRICATION.

§ 1. Des rails et des coussinets.

On distingue les chemins à *bandes plates* et ceux à *bandes saillantes*. Avantages respectifs des chemins à bandes plates et saillantes.

Les rails ou bandes des chemins à bandes plates (*plate-rails*), étant recourbés à angle droit, sont composés d'une partie horizontale sur laquelle passent les roues, et d'une saillie verticale qui empêche les roues de sortir de la voie. La saillie verticale est toujours placée en dedans, c'est-à-dire du côté de l'axe de la voie, afin que la boue qui tend à s'accumuler sur les rails soit rejetée en dehors.

Dans les chemins à bandes saillantes (*edge-rails*), les rails ne portent pas de saillie. Ce sont les roues qui sont munies d'un boudin ou bourrelet qui s'oppose à la sortie de la voie. Ce bourrelet est toujours placé sur le bord de la route le plus voisin de l'axe du chemin.

Les voitures ou chariots qui marchent sur un chemin à bandes plates peuvent circuler également

sur une route en terre; tandis qu'il faut nécessairement changer de véhicule pour passer d'un chemin à bandes saillantes sur un chemin ordinaire.

Malgré cet avantage des chemins à bandes plates sur les chemins à bandes saillantes, ces derniers sont généralement préférés, par cette seule raison qu'il y est bien plus facile que sur les premiers de maintenir propre et unie la surface de roulement des rails.

Les chemins à bandes plates sont aujourd'hui presque généralement abandonnés même pour le service des mines et des usines, service auquel ils ont été longtemps employés concurremment avec les chemins à bandes saillantes.

Avantages respectifs des rails en fer malléable et en fonte.

Les rails des premiers railways établis vers l'an 1682 pour le service des mines de houille de Newcastle étaient en bois. Vers 1788, on leur substitua des rails en fonte. Ce ne fut qu'en 1805 qu'on se servit, pour la première fois, de rails en fer malléable.

Aujourd'hui les rails en fonte sont généralement abandonnés. On n'emploie que les rails en fer malléable, ou en bois et fer malléable.

La fragilité est le principal défaut que l'on reproche aux rails en fonte. Les rails en fer malléable, lorsque le fer a été convenablement choisi et convenablement travaillé, sont beaucoup moins sujets à se rompre.

Les rails en fer malléable ont encore sur les rails

en fonte l'avantage important de pouvoir être fabriqués beaucoup plus longs. Comme la plupart des rails en fer malléable employés aujourd'hui ont $4^m,50$ de longueur, quelques-uns même $4^m,80$ (chemin de Paris à Rouen), tandis que l'on n'a jamais employé de rails en fonte de plus de $1^m,20$, il en résulte que sur les chemins en fer malléable, les joints et par conséquent les secousses qui ont lieu aux joints sont beaucoup moins fréquents que sur les chemins en fonte.

Le prix de la tonne de fonte étant généralement moins élevé que celui de la tonne de fer malléable, on pourrait croire que les chemins en fonte sont moins coûteux que ceux en fer. Mais en réalité c'est le contraire qui a lieu. Car la fonte servant à la fabrication des rails devant être de première qualité, tandis qu'on emploie généralement à cet usage du fer malléable de seconde, les rails en fonte coûtent presque aussi cher à poids égal que ceux en fer, et comme, d'ailleurs, les rails en fer offrent à poids égal une beaucoup plus grande résistance que ceux en fonte, on leur donne de moins fortes dimensions, en sorte qu'à longueur égale, les rails en fer sont moins chers que ceux en fonte.

Les chemins en fer malléable possèdent donc encore, au point de vue de l'économie, l'avantage sur ceux en fonte.

Le fer malléable étant plus oxydable que la fonte, on a craint que les rails en fer ne fussent rapide-

ment détruits par les effets de la rouille, peu nuisible aux rails en fonte. L'expérience a prouvé néanmoins que les rails en fer résistaient aussi bien que ceux en fonte aux influences de l'atmosphère. Le frottement et la pression à laquelle les rails sont constamment exposés sur le chemin, entretient sur la surface un poli qui contribue probablement à les préserver de l'oxydation, à la surface de roulement, qu'ils soient en fonte ou en fer. Quant aux parties latérales, elles sont sans doute garanties par la croûte d'oxyde noir qui recouvre toujours la surface du fer. L'ébranlement ou frémissement communiqué aux rails lors du passage des convois peut aussi contribuer à les préserver de l'oxydation. Des expériences ont établi qu'il s'établissait sur toute la ligne un courant magnétique prononcé. On a dit, à la vérité, que l'action de ce courant était modifiée par la position des rails relativement au méridien magnétique et par la direction dans laquelle la circulation avait lieu sur le chemin de fer. Mais jusqu'à présent cette opinion ne nous paraît pas avoir été suffisamment établie, et lors même qu'elle le serait, il n'en resterait pas moins certain que l'action de l'air sur les rails en fer malléable sur un chemin en activité, quels que soient sa direction et le nombre des voies, est à peu près insensible.

On a prétendu que les rails en fer malléable étaient sujets à s'exfolier et à se fendre dans le sens de la longueur, ce qui n'arrive pas aux rails en

fonte. Il est vrai que, sur un assez grand nombre de chemins de fer, on trouve des rails en fer malléable fendus suivant leur longueur, ou entamés par la séparation de plaques qui se sont détachées de la surface de roulement. Cela tient à un vice de fabrication des rails, que l'on évite en prenant certaines précautions que nous indiquerons plus loin.

Les rails en fonte résistent assez bien à l'action du frottement pendant un certain temps; mais comme ils sont toujours composés d'une croûte dure de petite épaisseur et d'un noyau plus tendre, la croûte étant une fois usée, le rail est promptement détruit.

Les rails des chemins à bandes saillantes en fonte ou en fer sont de formes variées. Des différentes formes de rails.

Pour les chemins qui ne doivent servir que temporairement à des travaux de terrassement ou à des transports de matériaux, et pour quelques chemins de mines ou d'usines sur lesquels on ne laisse passer que des chariots légers, on se sert du rail fig. 5. Rails en fer mi-plat.

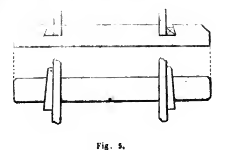


Fig. 5.

Ce rail est une simple bande de fer mi-plat que l'on pose de champ sur les traverses dans une encoche à la traverse, et que l'on maintient dans cette position au moyen d'un coin en bois, comme la figure l'indique suffisamment.

Ce rail est économique et peut, après avoir servi, être de nouveau livré au commerce comme fer marchand; mais il ne pourrait convenir sur un chemin où l'on marcherait, à de grandes vitesses, avec des chariots pesamment chargés.

Le frottement sur un rail aussi étroit userait et couperait en peu de temps les roues; la pression latérale qui a lieu dans les courbes, par suite de l'action de la force centrifuge, ploierait les bandes de fer, à moins qu'on ne posât les traverses à de très-petites distances les unes des autres.

Enfin, les rails, ployant entre les points d'appui sous la pression verticale des voitures, se soulèveraient à leurs extrémités en glissant sur le coin et sur la paroi de l'encoche, et, comme ils ne sont pas parfaitement élastiques, ils finiraient par se courber de telle façon qu'il en résulterait des saillies très-sensibles aux joints.

On a évité les deux premiers inconvénients que présentent les rails de fer mi-plat en les élargissant dans la partie supérieure sur laquelle passent les roues, et on a remédié jusqu'à un certain point au dernier en ajoutant dans la partie inférieure un bourrelet qui s'engage dans la concavité d'une pièce



en fonte nommée coussinet, solidement assujettie aux traverses.

Le rail s'est alors présenté en coupe, comme nous l'avons indiqué fig. A, série B, pl. 1, et il est assemblé avec le coussinet, comme on le voit sur les fig. 1 et 3, série B, pl. 2. Rails à champignon.

La forme de la section de ce rail lui a fait donner le nom de *rail à champignon*. On distingue dans le rail à champignon la tête du champignon ou le champignon proprement dit, la tige du champignon, et le bourrelet.

Le rail à champignon, fig. A, série B, pl. 1, de même section sur toute sa longueur, a été employé dès l'année 1828 sur les chemins de Saint-Etienne à Lyon et de Saint-Etienne à Roanne, en France.

Le bourrelet n'existant que sur l'un des côtés de la tige, comme fig. 1, il est évident qu'une fois le coussinet fixé à la traverse, on ne peut placer indifféremment du côté de l'axe de la voie l'une ou l'autre des faces latérales convexes du champignon, à moins de déclouer le coussinet.

On a évité cette sujétion dans les rails fig. D et P, série B, pl. 1.

Enfin, on a fait des rails symétriques à double champignon, comme fig. A 2, afin de pouvoir retourner le rail sens dessus dessous.

La forme des rails à un seul champignon leur ayant fait donner le nom de rails simple T, ceux à deux champignons ont reçu celui de rails double T. Défauts des rails à champignon.

Aujourd'hui, les rails à simple ou à double champignon, plus ou moins massifs, sont à peu près les séuls rails, tout en fer malléable, employés sur les grandes lignes de chemins de fer.

La forme de ces rails n'est cependant pas sans inconvénients.

Les bords du champignon n'étant pas soutenus, le champignon est placé dans des conditions défavorables pour résister à la pression des chariots, et cette circonstance est d'autant plus fâcheuse qu'il résulte, ainsi que nous allons le démontrer, du mode de fabrication que le champignon est composé de fer de moins bonne qualité que la tige.

Si, en effet, on étudie les procédés de fabrication des rails à champignon, on voit que le paquet de fer destiné à fabriquer le rail est d'abord passé sous un cylindre dégrossisseur à cannelures gothiques [1], et transformé en une barre de section à peu près carrée dont le côté est moindre que la hauteur du rail, et quelquefois moindre que la largeur du champignon. Il est même nécessaire que l'opération ait lieu de cette manière, autrement le laminage exigerait une force double peut-être de celle que

[1] Voir, pour les procédés de fabrication du fer, la *Métallurgie du fer*, par M. Walter, professeur à l'Ecole centrale des arts et manufactures; l'ouvrage sur le même sujet, de MM. Eugène Flachat, ingénieur civil, Jules Petiet et Barrault, anciens élèves de l'Ecole centrale, et le *Voyage métallurgique en Angleterre* (seconde édition), par MM. Dufrénoy, Elie de Beaumont, Coste et Perdonnet.

l'on emploie ordinairement; on s'exposerait à briser des cylindres, et le prix du fer deviendrait trop élevé. Il en résulte qu'en traversant les cannelures du cylindre finisseur, le fer n'est bien comprimé que dans la partie mince du rail, mais qu'il est refoulé dans toutes les parties arrondies et saillantes; aussi arrive-t-il que, lorsqu'on brise un rail à champignon, on remarque que la tige est d'un grain bien plus serré et bien plus homogène que le champignon, qui, souvent, laisse voir des portions creuses et mal soudées.

Il faut se rappeler en outre que les difficultés de fabrication augmentent avec le poids du rail, et qu'une grosse barre présente intérieurement plus de défauts qu'une barre moindre. Ces défauts sont encore plus considérables dans un champignon mal comprimé que dans une barre ordinaire.

Deux ingénieurs d'une grande expérience, MM. Wood et Storey, ont proposé de remédier à cet inconvénient en exécutant le champignon avec un seul morceau de fer martelé. Le procédé consisterait donc à recouvrir le paquet à laminer avec un morceau de fer martelé ayant à peu près le tiers du poids de la barre, et à diriger le laminage de façon à exécuter le champignon avec ce morceau, dont l'intérieur aurait été reconnu très-homogène.

Ce procédé n'est pas sans difficultés. Les fers de qualités différentes doivent être réchauffés à des températures différentes; le fer martelé exige géné-

ralement plus de chaleur que le fer laminé; ainsi, lorsque la température sera convenable pour une partie du paquet, l'autre partie sera brûlée ou trop froide, et le champignon sera mal soudé au reste de la barre. Nous avons vu fabriquer dans une usine, aux environs de Newcastle, des rails de ce genre, mais l'usage ne s'en est pas répandu, sans doute parce que le rail se séparait en deux parties.

Nouveau rail de M. Coste.

Frappé des défauts que nous venons de signaler dans le rail à champignon, M. Léon Coste en est venu à ramener le rail presque à la forme d'une simple barre plate dont les angles seraient abattus, et il a remplacé, sur une partie du chemin de fer de Saint-Etienne à Lyon, les rails à champignon par le rail fig. A, série B, pl. I. Ce rail est assez large pour ne pas entamer les roues des chariots ou des locomotives, et pour résister à la pression latérale dans les courbes. Il est muni de bourrelets au moyen desquels ses extrémités sont maintenues dans un coussinet, comme celles du rail à champignon ; enfin il peut se retourner sens dessus dessous.

Mais il a un grand défaut : il manque de hauteur; et, la flexibilité aussi bien que la résistance à la rupture variant comme le carré de la hauteur, il est trop flexible. Il eût fallu, pour lui donner une plus grande hauteur en lui conservant sa largeur, en augmenter le poids au delà des limites dans lesquelles on était obligé de se renfermer. On n'a donc

annulé dans le rail d'égale épaisseur une des causes de destruction que pour augmenter les effets d'une autre cause également énergique : aussi, l'expérience a-t-elle prouvé qu'il se détruisait tout aussi rapidement que les anciens rails, qu'il s'assemblait dans les coussinets moins solidement que le rail à champignon, et enfin qu'il ne préservait pas suffisamment les supports en fonte du contact des roues.

Rail à simple champignon du chemin de Versailles (rive gauche).

Sur le chemin de Versailles (rive gauche), nous avons adopté un rail que l'on peut considérer comme tenant en même temps de celui de M. Coste et de l'ancien rail à champignon.

Prenant, pour former notre rail, la même quantité de métal que celle qui entre dans la composition de la plupart des rails double T de nos chemins de fer français, et dans le rail de M. Coste, 30 kilogrammes par mètre courant, nous avons cherché à la distribuer de manière à obtenir un rail qui, sans présenter les mêmes inconvénients que le rail de M. Coste, possédât une partie de ses avantages.

Ce rail, fig. D, série B, pl. I, est à simple champignon; il a la même hauteur et à peu près la même largeur à la surface de roulement que les rails à double champignon, du poids de 30 kilogrammes par mètre courant ; mais une partie du métal, au lieu de servir à composer un second champignon, a été placée sous le champignon unique, de manière à en soutenir les bords et à augmenter l'épaisseur de la tige. Le champignon ainsi fortifié résiste mieux

à l'écrasement, et si la barre, en passant sous le laminoir, n'est pas également comprimée dans toutes ses parties, comme dans le rail de M. Coste, du moins l'effet nuisible de l'inégalité de compression est-il d'autant moins sensible que la différence entre l'épaisseur du champignon et celle de la tige est moins grande.

Avantages respectifs des rails à simple et à double champignon.

Notre rail simple T ne peut pas se retourner sens dessus dessous comme le rail double T; mais, s'il est reconnu que le champignon unique de ce rail est, avec les formes et les dimensions que nous lui avons données, susceptible de durer plus longtemps que les deux champignons de ce dernier, l'avantage lui restera.

On se tromperait d'ailleurs si l'on croyait que, lorsqu'après un certain temps l'un des champignons du rail double T paraît usé par le passage des convois et que l'on retourne le rail pour remplacer le champignon usé par le champignon inférieur, celui-ci est dans les mêmes conditions que le premier, le rail étant neuf. M. Pierre Barlow, connu par ses expériences sur la résistance des métaux, et auteur d'un ouvrage très-estimé sur la forme des rails [1], a fait observer avec raison que, si la partie inférieure des rails en état de service sur un chemin

[1] *Expériences sur la force transversale et les autres propriétés du fer malléable, dans son application au chemin de fer*, par P. Barlow. Traduit de l'Anglais par C. Quilhet, ancien élève de l'École polytechnique.

de fer n'est pas fatiguée par le frottement, elle ne l'est pas moins par l'action du poids des convois.

Et en effet, quand une barre portée sur des appuis fléchit par suite d'un effort transversal, les fibres situées du côté de la face convexe sont allongées; les fibres situées du côté de la face concave sont raccourcies; certaines fibres situées dans l'intérieur du corps conservent une longueur invariable. On donne le nom d'*axe neutre* à la ligne qui sépare les fibres raccourcies de celles allongées. M. Barlow a reconnu que l'axe neutre est, dans les barres de fer, placé entre le tiers et le cinquième de la hauteur, comptés à partir de leur surface supérieure. Or, le raccourcissement ou l'allongement des fibres est en raison de leur éloignement de l'axe neutre. L'allongement des fibres inférieures de la barre est donc plus grand que le raccourcissement des fibres supérieures.

Ce fait établi, dit M. Barlow, je regarde comme bien mal fondée la prévoyance des ingénieurs qui ont fait les tables supérieure et inférieure, dans le rail à champignon, de figures égales pour le cas où la table supérieure venant à être usée, on pourrait tourner le rail, et la table inférieure remplacerait la supérieure, puisque la table inférieure est celle qui supporte le plus grand effort. Ce serait une expérience fort dangereuse, continue M. Barlow, de vouloir tourner un rail qui a été soumis pendant plusieurs années à une grande force de compres-

sion, et que l'on suppose par cela même grandement altéré, pour l'exposer à un effort d'extension encore plus considérable. C'est pourquoi je recommanderais, au contraire, de donner à tout le métal introduit dans la table inférieure ou base, la forme qui est la plus convenable pour le présent, sans égard pour l'avenir.

On dit aussi du rail double T, ajoute le même auteur, que, les deux côtés étant semblables, les poseurs peuvent choisir le côté qui s'ajuste le mieux, mais il serait sûrement préférable d'avoir des rails fabriqués assez régulièrement pour qu'aucun choix ne fût nécessaire.

Nous ferons enfin observer qu'en supposant que le champignon du rail double T, déformé par la pression et par le frottement, pût être renversé sens dessus dessous, il ne s'appliquerait généralement pas exactement contre les parois du coussinet, d'où il résultera que l'assiette du chemin sera fort imparfaite et la rupture des coussinets très-fréquente.

Nous considérons le rail simple T du modèle, fig. D, comme plus durable que le double T contenant le même poids de métal par mètre courant; mais cet avantage n'est pas le seul qu'il possède sur le rail double T.

Lorsqu'on emploie le rail double T, on est obligé, pour se réserver la faculté d'introduire le rail de haut en bas dans le coussinet, soit verticalement, soit même en l'inclinant sur le côté, de conserver

au logement du rail une grande largeur entre les saillies du coussinet, ce qui nécessite des coins en bois d'une grande épaisseur pour caler le rail, et des coussinets fort longs. Ces coins prennent facilement du jeu, et les coussinets sont très-lourds. Avec le rail simple T on peut employer un coussinet moins large et un coin moins volumineux. Les coussinets sont moins dispendieux et le serrage est meilleur.

Enfin, si notre rail simple T ne peut, lorsqu'on le retourne, servir pour les chemins de fer du premier rang, du moins sera-t-il employé utilement pour les terrassements ou pour les petites exploitations.

On a signalé comme l'un des avantages du rail double T sur le simple T celui d'être moins sujet au renversement, parce qu'il pose sur le fond du coussinet par une plus large base. Nous n'avons cependant entendu aucun ingénieur se plaindre de ce que, sur des chemins construits avec du rail simple T, la voie eût manqué de stabilité.

Le rail simple T, à poids égal, résiste moins bien, suivant la théorie, que le double T, tant à la pression verticale qu'à la pression latérale. Il a aussi le défaut d'être un peu moins roide; mais la différence de résistance, soit à la rupture, soit à la flexion, est tellement faible, qu'en pratique elle n'exerce aucune influence nuisible.

Bien que, sur le chemin de Versailles (rive gauche), nous employions les machines les plus lourdes, nous

n'avons jamais trouvé que notre rail fût trop fragile ou trop flexible.

M. Barlow prétend que la forme du rail double T n'est pas, comme la théorie l'indique, celle qui correspond au maximum de résistance.

Le tableau suivant d'expériences faites à l'usine de Decazeville, pour comparer la résistance des rails simple T et double T, conduirait cependant à une conclusion contraire[1].

TABLEAU DE LA RÉSISTANCE DES RAILS[2].

CHARGE en TONNES	FLÈCHES CORRESPONDANTES AUX CHARGES.					
	Rail de Paris à Orléans.	Rail de Paris à Orléans.	Rail de Paris à Orléans.	Rail de Saint-Germain.	RAIL DE VERSAILLES rive gauche.	
					Essayé par le gros champignon	Essayé par le petit champignon.
	mét.	mét.	mét.	mét.	mét.	mét.
8,00	0.00000	0,00150	0.00075	0,000000	0,00250	0,000000
9,00	0,00000	0,00250	0.00125	0,000000	0,00325	0.003500
10,00	0,00050	0,00300	0,00175	0,000750	0,00400	0,004500
11,00	0,00100	0,00375	0,00275	0,001000	0,00600	0,005000
12,00	0,00125	0,00450	0,00300	0,002000	0,00700	0,005500
13,00	0,00150	0,00555	0,00350	0.003500	0,00850	0,006500
14,00	0,00250	0,00650	0,00450	0,004000	0,00900	0,008000
15,00	0,00500	0,01100	0,00700	0,005000	0,01300	0,010500
16,00	0,01200	0,02100	0,00825	0,006500	0,02300	0,013000
17,00	0,01350	0,03150	0,01400	0,009000	0,03350	0,020000
18,00	0,02500	0,04100	Cassé.	0,018000	Cassé.	0,028000
19,00	0,03750	Cassé.	—	0,025000	»	0,038000
20,00	0,04750	—	—	0,031000	»	Cassé.
21,00	0,05650	—	—	0,048500	»	»
22,00	0.07550	—	—	0,085000	»	»
22,50	Cassé.	—	—	»	»	»
23,00	—	—	—	0,080000	»	»
24,00	—	—	—	Cassé.	»	»

[1] Ce tableau est extrait de l'ouvrage de MM. Eugène Flachat, Jules Petiet et Barrault, déjà cité.

[2] Ces expériences ont été communiquées par M. L. de Barruel,

Les nombres du tableau relatifs aux rails du chemin d'Orléans sont des moyennes d'expériences faites sur des rails dont les couvertures étaient faites, les premières avec un mélange de fin métal et de riblons, les secondes avec du fin métal pur, les troisièmes avec un mélange de fin métal et de fonte en bois, celle-ci remplaçant les riblons[1].

Dans les expériences, le rail était placé sur des appuis de $0^{m},05$ de largeur, écartés de $1^{m},25$ d'axe en axe. La charge se faisait dans le milieu seulement, et sur une largeur de $0^{m},07$; mais elle n'agissait qu'instantanément, l'appareil n'ayant pas été disposé de manière à la laisser un temps suffisammeut long pour qu'on fût parfaitement assuré que le rail avait toute la hauteur de flèche que cette charge était susceptible de lui faire prendre. Comme moyens de comparaisou, toutefois, ces expériences suffisent. Les divers rails qui ont été essayés n'ont commencé à donner de flèche sensible que sous une charge de 8 tonnes.

Quant à la question de savoir quelle est la durée relative des rails simple et double T contenant la même quantité de matière, elle ne peut être éclaircie que par l'emploi de ces rails. Il serait donc à désirer

chargé de la réception des rails pour le chemin de fer de Versailles (rive gauche), et plus tard pour celui d'Orléans.

[1] Voir plus loin un article sur la fabrication des rails. Voir aussi, sur la forme et le poids des rails, les planches et les légendes.



que, sur ce point comme sur un grand nombre d'autres relatifs au service des chemins de fer, les ingénieurs qui dirigent l'exploitation de ces voies de communication voulussent bien réunir tous les documents pouvant aider à la solution du problème.

M. le ministre des travaux publics de Belgique nous a fait l'honneur de nous communiquer le projet qu'il avait formé de provoquer un congrès d'ingénieurs et de directeurs des chemins de fer dans ce pays, où ce nouveau genre de communication a pris de si grands développements. Nous regrettons que ce projet n'ait pas encore été mis à exécution, et nous espérons qu'il n'est pas abandonné. Il appartient à l'administration, si éclairée et si libérale, des chemins de fer belges de prendre en pareille circonstance l'initiative.

Revenant à l'examen des qualités ou défauts respectifs des rails simple T et double T, nous dirons que les avis sont, encore aujourd'hui, tellement partagés sur ce point, que les chemins construits récemment avec l'une ou l'autre espèce de rails sont à peu près égaux en nombre et en importance.

Ainsi, on a adopté le rail simple T sur presque tous les chemins de fer du nord de l'Angleterre, sur le chemin dit *North-Middland railway,* le chemin de Manchester à Leeds, le chemin dit *Eastern-Counties railway,* le chemin de Greenwich, tous les chemins belges, le chemin de Berlin à Potsdam, le chemin de Versailles (rive gauche), ceux de Montpellier à

Cette, de Bordeaux à la Teste, et de Naples à Nocerra.

Le rail double T, au contraire, a obtenu la préférence sur les chemins de Liverpool à Manchester, Londres à Birmingham, Birmingham à Liverpool. Londres à Southampton, Paris à Saint-Germain, Paris à Versailles (rive droite), Paris à Orléans, Paris à Rouen, Saint-Étienne à Lyon, Bâle à Strasbourg, Saint-Pétersbourg à Paulosk.

On remarque, en étudiant les planches des rails de notre atlas, que les ingénieurs ne se sont pas bornés à varier les dimensions relatives du champignon et de la tige seulement, ils en ont aussi modifié la forme. Formes diverses du champignon.

Ainsi, on voit que dans les rails des chemins de Saint-Germain, et de Liverpool à Manchester, fig. C, sér. B, pl. I, le champignon, arrondi sur l'un des côtés, se termine par un angle vif sur l'autre. On a, de cette manière, élargi la surface de roulement par l'addition d'une faible quantité de matière; mais on s'est imposé l'obligation de ne placer du côté de l'axe de la voie que la face convexe du champignon; et l'expérience a prouvé que l'arête vive, souvent défectueuse, se détruisait rapidement.

Sur le chemin de Versailles (rive droite), construit par les mêmes ingénieurs que le chemin de Saint-Germain, postérieurement à ce dernier, on a également employé le rail à champignon double, mais sans arêtes vives.

Avantages respectifs des rails à surface plane et à surface bombée.

La surface du roulement du champignon était bombée dans l'origine, ainsi que le prouve l'inspection de l'ancien rail du chemin de Newcastle à Carlisle, fig. T. On l'a remplacée par une surface plane, puis l'on est revenu, depuis un ou deux ans seulement, à la surface bombée. Les nouveaux rails des chemins d'Orléans, de Rouen et de Saint-Étienne à Lyon sont tous à surface bombée.

La surface plane présente certains inconvénients graves. Les roues des chariots étant coniques, afin de faciliter le passage dans les courbes, on incline les rails à surface plate vers l'axe de la voie, de manière à ce que la surface conique pose sur la surface entière du champignon. Il en résulte, dans les lignes droites, un frottement de glissement d'autant plus grand que le rail est plus large, car un cône ne peut se mouvoir en ligne droite sur un plan sans qu'il y ait glissement. D'un autre côté, si l'inclinaison de la surface d'une partie des rails n'est pas exactement la même que celle du pourtour de la roue, ce qui arrive fréquemment, les roues coniques, en passant sur ces rails, ne posent que sur l'arête extérieure ou intérieure du champignon, ce qui en provoque l'écrasement. Et s'il arrive que l'inclinaison diffère entre les deux rails opposés d'une même voie ou entre les rails qui se suivent, cette imperfection donne naissance à des oscillations latérales qui accroissent le mouvement de lacet[1].

[1] Pour que, les deux roues coniques portees sur un même essieu

On évite, avec les rails à surface bombée, les inconvénients que nous venons de signaler ; mais n'est-il pas à craindre que, les roues et les rails n'étant en contact que par des surfaces d'une petite étendue, ces surfaces ne s'usent rapidement, et qu'après un temps fort court, le champignon ne s'aplatisse par suite de l'usure ? Ne serait-ce pas l'observation de ce fait qui aurait précédemment conduit à abandonner les rails bombés ?

Avantages respectifs des rails ondulés et des rails parallèles.

Les rails en usage sur les grandes lignes de chemins de fer ont aujourd'hui tous, à un très-petit nombre d'exceptions près, même hauteur dans toute leur longueur, en sorte que leur section transversale est toujours la même, en quelque point qu'elle soit prise.

On employait, il y a quelques années encore, des

d'un chariot de chemin de fer, parcourant le même chemin, le chariot se meuve en ligne droite, il faut que ces deux roues reposent sur le rail par des éléments également éloignés des boudins de la roue. Si, par suite d'un mouvement latéral quelconque, le boudin d'une des roues se rapproche du rail, tandis que celui de l'autre roue s'en éloigne, le chariot cesse de marcher en ligne droite, il tourne sur la voie de telle façon que le boudin qui s'était éloigné du rail s'en rapproche, et que celui qui s'en était rapproché s'en éloigne. Dans un moment donné, infiniment petit, les deux boudins se trouvent de nouveau à égale distance des rails; mais, comme ils arrivent à cette position d'équilibre avec une vitesse acquise, ils la dépassent ; le boudin qui d'abord était le plus éloigné du rail en est devenu le plus rapproché, et le plus rapproché le plus éloigné. Le mouvement de rotation du chariot a lieu alors en sens contraire, et ainsi de suite, en sorte que le chariot suit une ligne sinueuse, au lieu de marcher en ligne droite.

rails dont la hauteur variait entre les points d'appui, de telle façon que leur forme correspondait à celle du solide d'égale résistance. Ces rails, appelés *rails ondulés*, parce que leur arête inférieure était une ligne ondulée, sont aujourd'hui abandonnés par les raisons suivantes :

1° Les traverses devant toujours être perpendiculaires à l'axe de la voie, cette condition ne peut être remplie dans les courbes qu'autant que l'écartement des points d'appui est plus grand sur la file de rails qui forme la courbe de plus grand rayon que sur celle qui forme la courbe de petit rayon. La différence d'écartement doit varier avec le rayon des courbes. Lorsqu'on se sert de rails ondulés, cet écartement est nécessairement invariable.

2° Les points d'appui des rails ondulés étant forcément à des distances toujours égales, il en résulte que lorsqu'un rail vient à casser ou à ployer entre les supports, il n'est pas possible de glisser une traverse pour le soutenir, comme cela se fait souvent avec les rails droits, dits *rails parallèles*.

3° Il est également impossible, avec les rails ondulés, de varier le nombre des points d'appui suivant la nature du terrain, suivant le poids des machines, ou suivant toute autre circonstance qui peut déterminer à le changer.

4° Le terrain sous l'un des supports du rail ondulé, ou l'un des supports même venant à s'abaisser, le rail étant alors comme suspendu au-dessus du

sol, se trouve être le plus faible à l'endroit où il doit résister au plus grand effort.

5° Le rail ondulé contient théoriquement moins de métal, à égalité de résistance, que le rail parallèle; mais ce métal, inégalement comprimé, est moins homogène. La fabrication des rails ondulés présentant d'ailleurs plus de difficultés que celle des rails droits, la forme du rail ondulé pourra manquer d'exactitude, et le rail n'aura plus la solidité désirable.

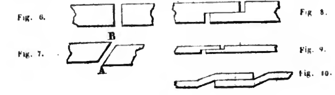
6° Le rail ondulé, enfin, plus difficile à fabriquer que le rail parallèle, est aussi coûteux, bien que contenant moins de métal, et, lorsqu'il est usé, il se trouve avoir perdu une plus grande partie de sa valeur.

Anciens rails saillants en fonte.

Les anciens rails en fonte ont tous la forme du solide d'égale résistance; mais comme ils n'ont jamais plus de 1^{m},20 de longueur, ils ne posent sur des appuis qu'à leurs extrémités, et se terminent en conséquence, dans leur partie inférieure, par une courbe convexe sur toute son étendue.

Modes divers d'assemblage des rails.

Les rails tantôt sont posés simplement bout à bout et coupés à leurs extrémités carrément ou obliquement, comme l'indiquent les figures suivantes :



D'autres fois, les champignons sont assemblés à mi-fer, fig. 8. Dans ce dernier cas, les tiges sont assemblées à mi-fer, comme fig. 9, ou à recouvrement, comme fig. 10.

Le mode de réunion des rails, fig. 6, est employé exclusivement sur tous les chemins de fer construits en France, et sur un grand nombre de chemins de fer en Angleterre.

Le mode fig. 7 a été appliqué en Belgique. Les secousses, au passage des voitures sur les joints de ce genre, sont moins sensibles que sur les joints, fig. 6. Mais lorsque les faces latérales des rails ne se trouvent plus exactement dans le même alignement, comme fig. 7, le boudin des roues venant à frapper, ou même seulement à presser latéralement contre l'angle aigu A, ou contre l'angle B, entame aisément le rail.

Le mode fig. 8, bien que coûteux, a obtenu depuis quelques années la préférence sur plusieurs lignes importantes, notamment en Belgique. Les tiges sont alors assemblées, comme fig. 10 (voir fig. 2, 2, 2_3, 2_4, 4, 4, 4_2, 4_3, 6 et 6_1, série B, pl. IV).

Les rails que nous venons de décrire sont toujours fixés aux dés ou aux traverses, au moyen de coussinets.

Rails dits américains. On a aussi employé des rails à champignon, terminés dans leurs parties inférieures par une semelle qui pose immédiatement sur les traverses (voir les rails L, M, N, O, pl. III, série B). Ces rails, connus

sous le nom de ***rails américains***, sont maintenus en place par des crampons en fer, ainsi que l'indique la figure 5, série B, pl. II.

Les rails américains ont été essayés sur le chemin de Saint-Germain, mais on a reconnu que leur mode d'assemblage avec la traverse manquait de solidité. Cette observation ayant été faite plus particulièrement dans les courbes, il y a lieu de supposer que c'est la pression latérale des convois qui, tendant à renverser le rail du dedans de la voie au dehors, agit sur les crampons. Un effet semblable se produit dans le système des rails ordinaires fixés par des coussinets sur les chevillettes qui attachent le coussinet au dé ou à la traverse, mais il est moins sensible. Cela tient, sans doute, principalement à ce que, l'assemblage du rail et du coussinet n'étant jamais parfait, le rail, surtout lorsqu'on se sert de coins en bois, a un faible jeu dans le coussinet.

Voici comment s'exprime M. Minard dans ses leçons à l'Ecole des ponts et chaussées sur les chemins de fer:

« On a d'abord terminé les rails par des espèces d'oreilles qui s'appliquaient sur les dés où on les fixait par des clous; dans ce système, les rails étaient juxtaposés bout à bout. La charge portait en définitive sur les quatre extrémités des oreilles; pour peu que les surfaces supérieures de trois dés contigus ne fussent pas dans le même plan, les oreilles portaient à faux, et la rigidité de la fonte ne per-

mettant pas au système de fléchir, les oreilles qui recevaient immédiatement l'action des waggons devaient rompre souvent.

« L'idée vint d'interposer un troisième corps entre le rail et le dé, *afin d'atténuer une partie du choc*, et on fit reposer les rails sur les dés par l'intermédiaire d'une pièce de fonte séparée, nommée *chair* (chaise, coussinet). Ces chairs étaient fixés aux dés par deux chevillettes. »

M. Minard parle de rails en fonte, mais ce qu'il en dit s'applique aux rails en fer, avec cette seule différence que dans ceux-ci l'oreille ne se brise pas; c'est la cheville ou le crampon qui se soulève.

Rails en bois et fer.

Les rails en bois et fer, souvent employés aux Etats-Unis, ne le sont pas aussi généralement en Europe. Déjà, cependant, il en a été fait usage sur plusieurs chemins de fer, en Allemagne et en Angleterre.

En Angleterre, on compte parmi les chemins posés avec des rails en bois et fer ceux de Londres à Bristol, de Londres à Croydon, d'Ulster, de Newcastle à North-Shields; sur d'autres chemins, on emploie simultanément les rails en fer et ceux en bois et fer. En Allemagne, on a adopté les rails en bois et fer sur les chemins de Heidelberg à Manheim et à Carlsruhe, de Magdebourg, de Leipzig à Dresde.

Bandes de fer plat sur longuerines.

Aux Etats-Unis, on s'est servi de rails en bois et fer composés d'une longuerine et d'une bande de

fer plat vissée sur cette longuerine ; mais on a reconnu que les vis ne tardaient pas à se détacher.

Rails à champignon ou évidés sur longuerines.

En Europe, on ne trouve de rails de ce genre sur aucune ligne importante. La portion métallique du rail en bois et fer est toujours ou un rail à champignon de fer, avec embase, comme les rails fig. P et Q, série B, pl. III, ou un rail évidé, comme ceux fig. R, S, T, U, V, W, X, Y et Z, de la même planche.

Les rails de l'une ou de l'autre espèce sont fixés aux longuerines par des crampons, comme fig. 5, pl. II, série B, par des vis ou par des boulons, comme les rails tout en fer, à champignon avec semelles, le sont avec traverses.

Les longuerines, que nous considérons comme partie constituante du rail en bois et fer, sont liées à des traverses par des chevilles ou par des boulons.

Quelle que soit la forme des bandes de fer fixées aux longuerines en bois, ces bandes doivent s'assembler sur une semelle en fonte encastrée dans le bois. Elles sont coupées à leurs extrémités carrément ou obliquement.

Comparaison entre les rails en bois et fer et ceux tout en fer.

Le rapport entre la hauteur et la base de la bande de fer étant beaucoup moindre dans les rails en bois et fer que dans ceux tout en fer à champignon avec semelle, et les points d'attache pouvant être aussi nombreux qu'on le désire, les rails en bois et fer sont moins sujets au déversement. Ils offrent à un plus haut degré que les rails tout en fer une cer-

taine élasticité qui, favorable à la conservation du matériel, adoucit le mouvement des voitures. Dans les pays où le bois est cher et le fer à bon marché, ils sont plus coûteux que ceux tout en fer. Ils offrent moins de garantie de durée, et présentent un inconvénient qui n'est pas sans gravité, lorsque la circulation est très-active, celui d'être plus difficiles à enlever et à remplacer que les rails en fer fixés, au moyen de coins, entre les saillies des coussinets.

Des deux espèces de rails en fer qui, fixés à des longuerines en bois, constituent les rails en bois et fer, du rail à champignon avec semelle, et du rail évidé, ce dernier nous paraît préférable en ce que le métal plus également comprimé en est aussi plus homogène, et que la table sur laquelle a lieu le roulement n'en est pas sujette à s'écraser, comme celle des rails à champignon.

Terminant ici la description des différentes espèces de rails, étudiés plus particulièrement du point de vue de leur forme, nous passons à la comparaison des différents modes employés pour les attacher au sol.

Nous avons déjà été conduits, en signalant les avantages respectifs des rails ordinaires à champignon et des rails américains, à donner la préférence au mode d'attache adopté pour les premiers sur celui usité pour les derniers. Nous entrerons maintenant dans quelques détails sur les applications qui ont été faites de l'un et de l'autre moyen.

Les coussinets sont fixés aux traverses ou aux dés par des chevilles en fer ou en bois, qui traversent leur semelle. Lorsqu'on se sert de supports en pièrre, on ménage dans ces dés ou supports, à l'emplacement des trous de la semelle du coussinet, des trous que l'on remplit avec une cheville en bois que pénètre celle en fer.

M. Manby a communiqué au *Journal des Chemins de fer* un excellent article sur les avantages respectifs des chevilles en fer et en bois pour fixer les coussinets avec support. Nous en extrayons le passage suivant :

Défauts des attaches en fer pour fixer le coussinet.

« Dans l'origine de la construction des chemins de fer pour le transport des voyageurs, on se servait de dés en pierre pour supporter les coussinets. Dans l'état actuel de l'art, il est généralement admis que les traverses en bois sont de beaucoup préférables, en ce qu'elles maintiennent l'écartement de la voie avec une exactitude parfaite, et en ce que, donnant la même base aux deux côtés de la voie, les deux lignes parallèles deviennent ainsi solidaires l'une de l'autre. Quel que soit, du reste, le mode de support en usage, on s'est toujours servi (à de très-rares exceptions près, dont nous parlerons tout à l'heure) de chevilles en fer pour fixer les coussinets sur les traverses.

« L'expérience, déjà ancienne, que nos voisins d'Angleterre possèdent sur toutes les questions relatives à l'industrie des chemins de fer, leur a per-

mis de reconnaître les défauts des attaches en fer; l'ignorance seule des moyens de remplacer celles-ci avantageusement les leur a fait conserver sans modifications, jusqu'au moment où les derniers essais de M. W. Cubitt sont venus résoudre le problème.

« Afin de donner une idée des altérations que les attaches en fer peuvent subir dans l'emploi que l'on en fait, et des conséquences de diverse nature qui peuvent en résulter, nous avons fait reproduire avec soin, au quart de grandeur naturelle,

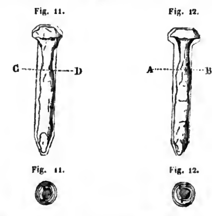


Fig. 11. Fig. 12.

Fig. 11. Fig. 12.

des chevilles en fer, relevées sur le chemin de fer de Manchester à Liverpool, après un service de plusieurs années.

« On reconnaît, en examinant ces dessins, que, par suite de l'imperfection de l'exécution primitive (imperfection inévitable dans toute fabrication importante, dont le but principal est l'économie), les

chevilles ne devaient pas remplir exactement, lorsqu'elles furent posées, les trous ménagés dans les coussinets pour les recevoir. L'effet naturel de cette non-adhérence a été dès lors de permettre, entre la cheville et le trou du chair, un suintement d'eau qui a déterminé la prompte oxydation des deux corps. En joignant par la pensée, à cette première cause de destruction, les ébranlements causés à ces deux corps en contact et non solidaires, par le passage des convois, on comprendra sans peine que chaque nouvelle vibration a déterminé un choc de la cheville contre le coussinet, choc qui a détaché les couches d'oxyde à mesure de leur formation.

« Nous avons représenté (fig. 12,) la section d'une cheville qui, dans l'origine, avait 19 millimètres de diamètre, et qui a été réduite, par les causes susénoncées, à 9 millimètres seulement ; tandis que le trou correspondant du coussinet (même figure) s'est agrandi de 19 à 23 millimètres, par suite des mêmes influences ; ce qui a laissé en dernier lieu 14 millimètres d'intervalle pour le jeu de la cheville dans le coussinet.

« Ce dessin prouve combien les attaches en fer, préférées *à priori* comme les plus résistantes et les plus solides, sont loin cependant de répondre dans la pratique à ce que l'on attend d'elles. Les inconvénients qui résultent de la manière grossière dont les coussinets sont ordinairement exécutés sont

Imperfection des coussinets.

aussi graves que ceux que nous venons de signaler pour les chevilles.

« De leur irrégularité, résultat naturel du moulage des coussinets à la main par des ouvriers différents et d'une habileté variable, proviennent le défaut de solidarité du coussinet avec la traverse et du rail avec le chair, le défaut de parallélisme des rails correspondants entre eux, et le défaut d'uniformité dans l'inclinaison obligée des rails à l'intérieur de la voie.

Effets produits par les causes précitées.

« Il est impossible de déterminer d'une manière quelque peu approximative le chiffre des dépenses occasionnées par ces diverses imperfections, tant du système d'attaches que de la fonte des coussinets.

« La dépense de renouvellement des chevilles n'est rien, comparée aux altérations plus graves des autres parties du matériel.

« D'abord, ce sont les traverses qui se déplacent par le ressaut, et qui, ne pouvant recevoir les chevilles dans le même trou, ont besoin d'être renouvelées; en second lieu, les coussinets se déforment et se cassent, mais ce sont surtout les locomotives et les waggons qui, par le manque de stabilité du rail, sautent sur la voie et en sortent même quelquefois. Les dommages directs et indirects sont incalculables, surtout lorsque, par l'une des causes susdites, il arrive un de ces accidents à jamais déplorables qui, compromettant la sûreté des voyageurs,

deviennent l'occasion de demandes et de condamnations à des indemnités dont le montant est mis à la charge des compagnies.

« C'est pour remédier à ces nombreux et si graves inconvénients, que M. W. Cubitt, dont il a déjà été fait mention, s'est adressé à MM. Ransome et May, habiles ingénieurs-fondeurs d'Ipswich, et les a chargés de faire des expériences, d'où sont sorties les améliorations que nous allons décrire, et dont nous devons la connaissance certaine à l'obligeance de MM. Manby frères.

Coussinets d'un nouveau modèle par M. Cubitt.

« On a représenté fig. 13, 14, 15 le coussinet du nouveau modèle employé sur le chemin de Douvres à Londres. Les contre-forts et nervures sont disposés de manière à donner au coussinet toute la solidité et la force de résistance nécessaires, sans ajouter inutilement au poids. Un rebord *c* (fig. 14),

Fig. 13.

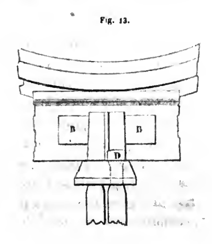
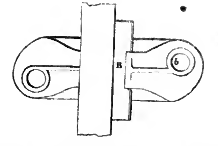


Fig. 14.

Fig. 15.



qui recouvre en partie le coin B, a été disposé de façon à fixer le rail d'une manière inébranlable dans le chair. Dans le coussinet de joint, où il est de la plus haute importance de prévenir tout soulèvement du rail, le rebord *c* du joint intermédiaire se prolonge suivant la ligne ponctuée, fig. 14.

« Les trous *b* (fig. 15), réservés dans la semelle du chair pour recevoir les chevilles, ont été disposés d'une manière nouvelle; leurs centres se trouvent dans deux plans verticaux différents, au lieu d'être sur une même ligne, comme dans les coussinets ordinaires.

« L'objet de cette modification est d'éviter de fendre les traverses, soit en enfonçant les chevilles, soit par le passage des convois; car elles se trouvent beaucoup plus affaiblies, si les deux trous sont sur la même ligne et ont tous deux attaqué les mêmes fibres du bois.

« Une autre modification essentielle dans la fabrication de ces coussinets réside dans l'emploi d'un noyau et d'un moule métallique, qui permet d'obtenir des produits d'un calibre toujours exact et en fonte très-unie et sans aspérités.

« L'emploi du noyau métallique est surtout précieux en ce qu'il réserve au rail, avec une précision mathématique, la place qu'il doit occuper dans le chair, ainsi que l'inclinaison qu'il doit prendre par rapport à l'intérieur de la voie, et cela sans que la maladresse ou la négligence de l'ouvrier chargé de serrer les coins puisse faire dévier le rail de sa position régulière.

« L'exactitude mathématique de toutes les parties du coussinet est considérée par M. W. Cubitt comme si importante, qu'il fait examiner un à un chacun des coussinets livrés au chemin de Londres

à Douvres qu'il dirige, et que, suivant ses ordres, tout coussinet dans lequel les points de contact du rail avec les joues varieraient seulement d'un millimètre par rapport à la base serait rejeté.

« Nous devons ajouter à cet égard que, sur tous les coussinets de ce modèle, fondus par MM. Ransome et May, il n'y a pas eu 2 pour 100 de rebut par an à l'usine, et que, sur les 4 millions de kilogrammes de coussinets livrés au chemin de Douvres, il n'y a pas eu un seul chair rejeté, malgré la plus extrême sévérité dans les réceptions.

« Ce résultat remarquable prouve tout à la fois les soins apportés par les fondeurs dans leur travail, et la supériorité des résultats du moulage mécanique sur le moulage à la main.

Nouvelles chevilles en bois.

« Nous avons dit en commençant que les inconvénients graves produits par les attaches en fer avaient tourné à diverses reprises, mais sans beaucoup de succès, les recherches des ingénieurs de chemins de fer vers la substitution des chevilles de bois aux chevilles de fer pour fixer les coussinets sur les traverses.

« Employées à l'état naturel, les chevilles de bois ne firent pas un bon service. Dans les temps secs, elles se desséchèrent et perdirent une partie de leur volume, ce qui laissa du jeu aux chairs et détermina des altérations de matériel, se résumant toujours pour les Compagnies en dépenses d'entretien considérables.

« Tout imparfaites que soient cependant les chevilles de bois, les défauts des chevilles en fer sont si grands qu'ils ont fait préférer les premières par quelques ingénieurs, M. Séguin, entre autres, qui continue à en faire usage.

« Il y a quelques années, une méthode fut proposée pour remédier à l'inconvénient de la dessiccation et du gonflement successif des chevilles de bois : cette méthode consistait dans une compression préalable des chevilles en les forçant par des trous coniques.

« Les premiers essais parurent donner des résultats favorables ; mais bientôt on s'aperçut que, dès la sortie du moule, la cheville tendait à reprendre de plus en plus ses dimensions premières, et qu'après un assez court séjour en magasin, elle redevenait soumise à toutes les variations hygrométriques de l'air et du milieu où elle était placée.

« Voici maintenant de quelle manière MM. Ransome et May ont réussi à tourner la difficulté et à obtenir des chevilles en bois très-notablement préservées de l'influence des agents extérieurs.

« Ils taillent leurs chevilles suivant le fil du bois dans des morceaux de cœur de chêne, en les dégrossissant au tour, aux dimensions de diamètre et de longueur représentées au quart de la grandeur naturelle (fig. 16). La cheville dégrossie est forcée ensuite dans un moule à ouverture conique, dont les dimensions intérieures sont celles de la cheville

préparée (fig. 17). Quand le bois est dans le moule,

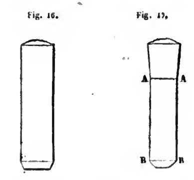


Fig. 16. Fig. 17.

on le soumet pendant une demi-heure à l'action de la vapeur, à une température suffisante pour opérer une espèce de fusion de la résine et de la séve contenues dans le bois; après ce temps, on laisse refroidir, et le bois ainsi préparé a acquis une compression presque permanente qui l'a réduit à 63 pour 100 de son volume primitif, et a augmenté sa force transversale de près de 50 pour 100.

« Nous ferons observer que la forme intérieure du moule donne à la cheville trois diamètres différents, et la fait ressembler ainsi à deux cônes tronqués de bases différentes, réunis par leur sommet; ainsi, dans la partie supérieure qui forme la tête de la cheville engagée dans la patte du chair, ce diamètre est plus grand que partout ailleurs, parce que cette partie, étant destinée à recevoir le coup de chasse, a besoin d'avoir plus de force; la légère déformation qui en résulte lui fait remplir, d'ailleurs,

l'office de bouchon imperméable, et prévient ainsi les infiltrations d'eau qui pourraient oxyder le coussinet. Dans la partie AA (fig. 17), le diamètre est moindre qu'à la tête, il est même inférieur d'un millimètre environ au diamètre BB de l'extrémité inférieure de la cheville, qui, une fois entrée avec force dans la place qu'elle doit occuper, y demeure fixée par une sorte d'assemblage à queue d'aronde, que rien ne peut briser. Le peu de tendance au gonflement que le bois comprimé et préparé peut conserver encore, ne peut qu'ajouter à cette solidarité intime du bois de la traverse et de la cheville, qui ne forme plus qu'un seul corps, de plus en plus homogène. »

Quoi qu'il en soit des avantages et des inconvénients réels de l'emploi des chevilles en fer ou en bois, les chevilles en fer ont été employées sur presque toutes les grandes lignes de chemins de fer existant aujourd'hui, et l'usage des chevilles en bois n'est pas encore assez généralement répandu pour que, dès à présent, on puisse condamner sans appel les chevilles en fer.

Chevillettes à tête ronde ou plate.

Les chevilles plus communément appelées *chevillettes en fer* sont à tête plate ou à tête ronde. Celles à tête ronde sont préférables, parce que le coup de marteau porte avec ces chevillettes exactement sur l'axe, ce qui n'arrive pas toujours avec celles à tête plate.

Les têtes des chevillettes, lors même qu'elles sont



bien fabriquées et de bonne qualité, se détachent quelquefois sous le coup de marteau, ou lorsque les poseurs frappent trop violemment avec leurs dames sur les traverses. On fixe alors le coussinet avec un crampon, de la même manière que les rails américains.

Vis et boulons pour fixer les rails en bois et fer.

Les vis et les boulons ne sont jamais employés pour fixer les coussinets; mais on s'en est servi, ainsi que déjà nous l'avons dit, pour attacher des rails en fer à des longuerines en bois.

Les boulons peuvent être placés avec l'écrou en dessus de la longuerine, ou avec l'écrou en dessous.

Si l'extrémité à vis du boulon et l'écrou sont en dessus, ces parties saillantes pouvant être atteintes par le rebord des roues, on est obligé de donner au rail en fer une plus grande hauteur que lorsqu'on emploie des vis dont la tête est noyée dans la semelle de ce rail. Les pas de vis, d'ailleurs, peuvent se rouiller, même dans l'intérieur de l'écrou, qui, si l'assemblage est imparfait, n'est pas entièrement à l'abri de l'air et de l'humidité, et une fois le pas de vis rouillé, le vissage et le dévissage des écrous devient très-difficile.

Sur le chemin de Bristol, on se sert, non de boulons ordinaires, mais de boulons à vis, pour la partie extérieure de la semelle seulement; les vis à tête fraisée sont employées exclusivement pour la partie intérieure exposée à l'atteinte des roues.

Les écrous étant placés en dessous des longue-

rines, la pose et le remplacement des bandes de fer exigeraient trop de soin et trop de temps. En Amérique, cependant, les rails ayant la forme fig. R, U et X, ont été fixés au moyen de boulons, dont l'écrou était placé sous la longuerine, et la tête logée dans le vide intérieur du rail.

Vis préférables aux boulons.

Quoi qu'il en soit, les vis à tête fraisée, ou les boulons à vis, nous semblent incontestablement supérieurs aux boulons ordinaires. Sur le chemin de Croydon on a adopté les vis, aussi bien que sur celui de Bristol. (Voir fig. 6, pl. B_4.) Sur le chemin de Harlem à Leyde, d'après M. Baude, les rails sont rattachés aux longuerines par des vis; mais les abouts sont fixés à la longuerine par deux grands boulons qui traversent la pièce de sapin dans toute sa hauteur et qui la fixent en dessous par un fort écrou. (Voir fig. 4, pl. B_4.)

Crampons.

Sur le chemin de Heidelberg à Carlsruhe, on s'est servi de crampons : ils possèdent un avantage dont les vis ne jouissent pas, celui de permettre au rail de se dilater ou de se contracter lorsqu'il s'échauffe ou se refroidit; ils se posent plus facilement et plus rapidement que les vis, et on peut les placer en un point quelconque du bord du rail; mais s'ils sont trop voisins de l'extrémité de la longuerine, ou trop voisins les uns des autres, ils peuvent fendre le bois.

Chevillettes ou crampons barbelés et non barbelés.

Les chevillettes en fer, dont on se sert pour fixer les coussinets, ou les crampons qui assemblent les bandes de fer aux longuerines, sont unis comme les

chevillettes de tous nos chemins français, ou barbelés, comme les crampons des rails du chemin de Heidelberg à Carlsruhe (fig. 5, pl. IV, série B).

Les chevillettes ou crampons barbelés sont plus solides que les chevillettes ou crampons unis; mais on ne peut les arracher sans déchirer le bois.

Les dimensions des coussinets varient avec le poids des rails et l'écartement des points d'appui. Nous en traiterons plus loin, lorsque nous examinerons quels sont les rapports à établir entre les dimensions des rails et la distance des supports. Nous nous bornerons donc, en ce moment, à quelques observations sur leur forme.

La forme du coussinet dépend du mode de liaison de cette pièce en fonte avec le rail.

Modes de liaison du coussinet et du rail.

Le rail est fixé au coussinet par un coin en bois ou en fer, comme fig. 3, pl. B_4, de telle façon que le coussinet, venant à se renverser d'un côté quelconque, entraîne nécessairement le rail avec lui, ou bien il est fixé par une cheville, comme fig. 1, 2, 4, et le coussinet est disposé de manière qu'il puisse s'incliner faiblement en avant ou en arrière, sans que le rail perde sa position. (Voir les fig. 1, 2 et 4, pl. B_4, et lisez attentivement les légendes de ces figures.)

Le passage des convois sur les rails ayant ordinairement pour effet de déranger les coussinets plus ou moins sensiblement, il est hors de doute que, dans le système de la cheville (système de Georges

Stephenson), il y a plus de chances de conserver les joints en bon état que dans le système des coins. Ce dernier, toutefois, beaucoup plus simple que l'autre, a presque généralement prévalu. Le système des chevilles n'a été adopté que sur quelques chemins construits par M. Georges Stephenson, celui de Manchester à Leeds notamment, et celui de Derby (*Middland counties railway*).

Les coussinets sont composés d'une semelle qui repose sur la traverse ou sur le dé et de deux saillies entre lesquelles le rail est maintenu, la semelle et les saillies étant coulées d'une seule pièce. Chacune des saillies, dans les coussinets représentés pl. B et B_4, est soutenue par deux contre-forts entre lesquels est placé le trou dans la semelle qui tient les chevilles. Sur le seul chemin de Londres à Douvres, comme déjà nous l'avons indiqué, on a obtenu les saillies des coussinets par un contre-fort unique, afin de ne pas être obligé de placer les quatre trous des deux coussinets sur l'axe de la traverse. Formes du coussinet.

On remarquera (fig. 3, pl. B_4) que la joue du rail ne touche celle du coussinet que sur une petite hauteur. Les surfaces de contact ayant peu d'étendue, il est plus facile de les rendre parfaitement adhérentes que si elles occupaient la hauteur entière de la saillie.

Le fond du coussinet est quelquefois convexe, en sorte que le rail ne pose que sur une arête per-

pendiculaire à l'axe de la voie. Cette forme a été adoptée, de même que celle fig. 4, pl. B_4, principalement lorsqu'on se servait de chevilles, afin d'empêcher que le coussinet, venant à s'incliner en avant ou en arrière, n'entraînât le rail dans son mouvement; mais on ne remédie pas à cet inconvénient avec les coussinets de cette espèce comme avec ceux fig. 2, pl. B_4, car si nous supposons que le rail repose sur le sommet de la base convexe du coussinet, et que le coussinet vienne à s'incliner, celui-ci ne pouvant tourner qu'autour de la cheville qui est fixe, le sommet de la courbe se trouve arrêté dans son mouvement par la surface plate du dessous du rail et la cheville doit nécessairement se soulever.

La joue contre laquelle le coin s'applique (fig. 6, pl. B_4) est concave, ou bien, comme au chemin de Roanne et à celui de Londres à Douvres, elle porte dans le haut un chanfrein, afin que le coin soit serré dans tous les sens.

On a, dans le même but, augmenté, au chemin de la rive gauche, l'écartement des saillies à l'une des extrémités du coussinet (fig. 1, pl. B_2); en sorte que la face du coussinet contre laquelle le coin s'applique est inclinée par rapport à la ligne des rails. En pratique, on trouve, dans ce système, des inconvénients qui doivent le faire abandonner, malgré les avantages qu'en théorie il paraît présenter. Voici quels sont ces inconvénients.

Sur un chemin à deux voies, les rails des parties rectilignes glissent dans le sens des convois. Cet effet est surtout très-sensible après de longues sécheresses sur certains chemins, où on emploie des coins en bois. Il tient à l'effort de traction auquel les rails sont soumis par suite du frottement, et aux chocs des roues en passant sur les joints, qui impriment au rail un mouvement de marche en avant d'autant plus grand, que les coins, étant plus secs, le serrent moins fortement. Dans les courbes, l'effet se compliquant des frottements du glissement des roues, les rails marchent généralement en sens contraire.

Pour prévenir autant que possible le déplacement des rails tel que nous venons de l'indiquer, les coins doivent toujours être enfoncés dans le sens de la marche des convois. Ils serreront alors le rail avec d'autant plus d'énergie, qu'il aura fait un mouvement plus prononcé en avant, et l'on diminuera de cette manière un travail de réparation ou d'entretien coûteux. On évitera même, en prenant cette précaution, de grands dangers; car il peut arriver que le rail s'étant déplacé, le joint ne porte plus sur le coussinet et que la rupture du rail en soit la conséquence.

Il ne faut donc pas donner d'inclinaison aux joues des coussinets, pour faire entrer les coins à volonté dans un sens ou dans l'autre. Il convient seulement d'arrondir les arêtes, afin de pouvoir

introduire le coin sans que le fil du bois se refoule sur le métal.

Coins en bois et en fer.

Nous avons dit que les rails étaient fixés entre les saillies des coussinets par des coins en bois et par des coins ou des clavettes en fer.

Le serrage avec les coins en bois, lorsque ceux-ci sont employés suffisamment secs, est meilleur qu'avec les coins ou clavettes en fer. Les coins en bois, lorsqu'ils se gonflent par l'humidité, ne brisent pas les joues des coussinets, comme on aurait pu le craindre avant d'en avoir fait l'expérience. Il arrive assez fréquemment que les joues des coussinets se rompent lorsqu'on chasse trop violemment les coins ou clavettes en fer. Cet accident n'a pas lieu avec les coins en bois.

Le déplacement des rails dans le sens de la marche des convois est plus sensible encore avec les coins en fer qu'avec les coins en bois, puisque, une fois desserrés, ils cessent entièrement de maintenir le rail.

Aussi les coins en bois ont-ils obtenu la préférence sur tous les chemins construits en France et sur la plupart de ceux établis en Angleterre. En Belgique, toutefois, on a conservé l'usage des clavettes en fer. Sur le chemin de Leeds à Selby on a employé de véritables coins en fer, évidés, afin que le rail ne les touche que par de petites surfaces.

Coins non comprimés et comprimés.

On se sert de coins en bois non comprimés ou comprimés.

Ces derniers sont généralement adoptés en Angleterre comme opérant un excellent serrage ; mais nous tenons de M. Robert Stephenson que, sur le chemin de Londres à Birmingham, il ne s'est servi des coins comprimés que lorsque, la voie s'étant consolidée par l'usage, le déplacement des rails avait cessé d'obliger à desserrer et à serrer fréquemment les coins pour rétablir le niveau ou pour remplacer les rails.

Sur les chemins des environs de Paris, celui de Rouen excepté, on ne s'est servi que de coins non comprimés. Sur le chemin de Nüremberg à Furth, les coins ont été séchés au four. Sur le chemin de Rouen, les coins comprimés ont été employés dès l'ouverture du chemin.

Nous avons dit plus haut par quelles raisons il convenait de donner au logement du rail même largeur sur toute la longueur du coussinet. Conseillant cette forme, nous ne saurions que recommander aussi l'usage des coins comprimés avec lesquels le serrage sera toujours parfait.

Nous donnerons, parmi les documents qui feront partie de cet ouvrage, une note sur la fabrication des coins comprimés ou non comprimés.

Coins en dedans et en dehors.

Les coins peuvent être placés *en dedans*, c'est-à-dire entre le rail et la joue du coussinet la plus voisine de l'axe de la voie, ou *en dehors*, soit entre le rail et la joue du coussinet la plus éloignée de l'axe. Sur tous les chemins de fer que nous avons

visités, celui de Saint-Etienne à Lyon excepté, on place les coins en dehors, par les raisons suivantes :

Le coin étant placé en dehors, on lui donne une grande hauteur, et on le préserve de la pourriture en le couvrant de sable, ce qui ne pourrait se faire s'il était placé en dedans, parce qu'alors le boudin des roues pourrait frotter contre le sable ou contre le coin lui-même.

On jouit aussi, lorsque le coin est interposé entre le rail et la joue intérieure du coussinet, et qu'il est en bois, de l'avantage d'adoucir l'effet sur cette joue des chocs latéraux, qui ont toujours lieu du dedans au dehors.

Dimensions des rails et des coussinets. Ecartement des points d'appui.

Les dimensions et par suite le poids des rails, ainsi que les dimensions et le poids des coussinets, doivent être en rapport avec l'écartement des points d'appui et avec le poids des machines locomotives.

Les relations qui existent sur les lignes les plus importantes, entre ces différents éléments, sont indiquées dans le tableau suivant :

	Ecartement des points d'appui.	Poids des coussinets ordinaires.	Poids des coussinets de joints.
Rails pesant depuis 13 jusqu'à 25 kilog. par mètre courant. . . .	0m,90	7 à 8 1/2	9 à 11
Rails de 25 à 32 kilog.	0m,90 à 1m,12	7 à 10	9 à 14
Rails de 32 à 37 kilog. et au-dessus.. . . .	1m,20	9 1/2 à 12	12 à 16

Les planches font connaître les dimensions des

rails pour ces différents poids. (Voir la légende.)

Les rails qui pèsent moins de 20 kilogrammes, avec un écartement de $0^m,90$ pour les points d'appui, sont trop légers pour un service fait avec les locomotives en usage aujourd'hui sur les principales lignes de chemins de fer, locomotives pesant de huit à seize tonnes, les plus légères étant montées sur quatre roues seulement, les plus lourdes sur six.

Nous jugeons nécessaire de porter à 25 kilogrammes le poids du rail pour des appuis éloignés de 90 centimètres, toutes les fois que l'on devra se servir habituellement des machines les plus lourdes. C'est le poids qu'ont adopté les ingénieurs du chemin de Bâle à Strasbourg.

Nous trouvons faible le poids de 7 kilogrammes qui nous a été indiqué comme celui du coussinet ordinaire du chemin de Saint-Etienne à Lyon, employé avec un rail de 30 kilogrammes, et des appuis éloignés de 90 centimètres, sur le chemin de Saint-Etienne à Lyon. Nous donnons la préférence au coussinet pesant $8^k,50$ du chemin de Bâle à Strasbourg.

Pour des rails du poids de 30 kilogrammes, comme ceux du chemin de Versailles (rive gauche) et du chemin d'Orléans, l'écartement des supports étant de $1^m,12$, nous adopterions des coussinets pesant, comme les coussinets d'Orléans, $9^k,20$. On peut, sans inconvénient, réduire quelques-unes des dimensions des coussinets de la rive gauche, telle, par

exemple, que l'épaisseur des côtes de renfort; mais il importe de ne rien changer à la hauteur de la semelle sous rail, bien qu'elle paraisse considérable; car c'est la partie du coussinet la plus sujette à se rompre.

Le rail pesant 37 kilogrammes, les appuis sont éloignés de $1^m,20$. On a même essayé d'en augmenter l'écartement jusqu'à $1^m,50$; mais la pratique a prouvé que cet écartement de $1^m,50$ était trop considérable.

Un coussinet pesant de 9 1/2 à 10 kilogrammes paraît assez lourd pour un rail du poids de 36 à 37 kilogrammes. (Voir le coussinet du chemin de Paris à Rouen.)

En établissant une relation entre le poids du rail et celui du coussinet, nous n'avons entendu parler que des rails parallèles. Si le rail était ondulé, le coussinet serait plus léger, et la tendance au renversement un peu moins grande, puisque la hauteur du rail au point d'appui se trouverait diminuée; mais nous devons rappeler ici qu'à côté de ce faible avantage le rail ondulé présente des inconvénients tellement grands qu'il est presque généralement abandonné.

Nous avons déjà fait connaître que, sur plusieurs chemins de fer récemment construits, la distance entre les points d'appui n'était pas la même dans toute la longueur du rail.

Sur le chemin de Rouen, l'écartement des points

d'appui est de $1^m,12$ au joint, et de $1^m,28$ ailleurs.

Dans les parties du chemin de Saint-Etienne à Lyon où les rails viennent d'être remplacés, elle est de $0^m,80$ au joint, et de $0^m,90$ ailleurs.

Sur le chemin d'Orléans :

Dans les tranchées dont le sol est très-bon :

L'écartement entre les traverses de joint et celles les plus voisines est de.	$1^m,00$
Entre les autres traverses.	1 25

Sur les remblais et dans les tranchées dont le sol est douteux :

L'écartement entre les traverses de joint et celles les plus voisines est de	$0^m,75$
L'écartement entre les autres traverses est de.	1 00
Les rails en fer malléable sont ordinairement longs de. .	4 50
Ceux du chemin de Rouen ont.	4 80

Nous avons déjà précédemment parlé des dimensions des traverses.

Le rail à champignon avec semelle du chemin de Hull à Selby, fig. G, pl. B_2, et celui de Croydon, fixés à des poutres longitudinales de 30 centimètres sur 15 d'équarrissage, peuvent être considérés comme de bons modèles pour les chemins en bois et fer portant les machines locomotives actuelles. Dimensions les plus convenables à donner aux rails en bois et fer.

Les traverses sur lesquelles posent les longuerines sont alors éloignées les unes des autres de 3 mètres au moins et $4^m,50$ au plus. Elles ont de $0^m,20$ à $0^m,30$ sur $0^m,10$ d'équarrissage.

Des différents modèles de rails évidés essayés sur le chemin de Londres à Bristol, et représentés fig. R, T et Y, pl. B, le plus lourd, fig. T, est le seul qui ait paru assez résistant pour porter les puissantes machines de ce chemin. Ces rails, du poids de 31 kilogrammes par mètre courant, sont fixés à des longuerines dont l'équarrissage est de $0^m,38$ sur $0^m,18$. Les traverses sont éloignées de 3 à 4 mètres.

Sur le chemin de Leyde à Harlem, dont la voie étant de 2 mètres se rapproche, pour la largeur, de celle du chemin de Bristol, les rails évidés pèsent 30 kilogrammes; les longuerines ont $0^m,28$ sur $0^m,20$ d'équarrissage ; les traversines, $0^m,15$ sur $0^m,28$. La longueur des traverses est de $2^m,90$, leur écartement de 1 mètre.

Pour un chemin de fer dont la voie est de $1^m,50$, et qui porte les machines locomotives du poids ordinaire, le rail évidé du chemin de Heidelberg à Carlsruhe, pesant $23^k,50$, est suffisant ; les longuerines ayant $0^m,25$ sur $0^m,15$ d'équarrissage et les traverses étant espacées de $1^m,50$.

Les rails évidés, fig. S et X, pl. B_3, manquent de hauteur.

On se rendra compte, en étudiant les planches et les légendes, du mode d'assemblage des rails évidés entre eux.

Résistance des rails en fer. Il a été fait quelques expériences pour déterminer par la théorie la résistance des rails à champignon et les dimensions correspondant au maximum de

résistance. La troisième édition anglaise du *Traité* de Wood sur les chemins de fer contient différents tableaux sur la résistance des rails en fonte et fer. Ils ne nous ont point paru offrir assez d'intérêt pour être reproduits dans cet ouvrage; nous renvoyons, par conséquent, ceux de nos lecteurs qui désireraient les consulter au *Traité* de M. Wood.

Effort auquel les rails sont soumis lors du passage des convois.

Le docteur Barlow a constaté, avec un déflectomètre de son invention, l'effort qu'un poids, dans un mouvement rapide, produit en passant sur un rail en fer malléable, et il a comparé cet effort avec l'effort connu produit par un poids égal en repos.

Il a trouvé qu'avec des blocs ou des traverses fermes, des coussinets bien fixés et des joints bien faits, la route elle-même étant solide, le rail est seulement fléchi, à la plus grande vitesse, d'une quantité très-peu supérieure à celle due à une charge en repos égale à la moitié du poids sur les deux roues, mais que, par suite de l'imperfection de ces parties, l'effort peut quelquefois produire sur le rail une flèche d'environ le double de ce qui appartient à la charge en question.

Il s'ensuit que, jusqu'à ce qu'une plus grande perfection puisse être obtenue dans les railways, on doit adopter une force de barre plus que double de celle nécessaire pour résister à un effort moyen.

M. Barlow estime qu'une augmentation de 10 à 20 pour 100 au-dessus du double serait suffisante, c'est-à-dire que, pour une machine de 12 tonnes,

comme le poids est aujourd'hui distribué, une force de 7 tonnes serait grandement suffisante, et qu'avec un plus grand soin de construction, tel qu'on doit l'attendre maintenant, on pourrait réduire cette force, ou que plutôt, si on conservait cette même force, on pourrait employer avec toute sécurité des machines de 14 à 16 tonnes[1].

Appliquant le calcul au rail simple T, le docteur Barlow a trouvé les dimensions préférables pour le bourrelet. Celles du champignon sont données par l'expérience. Elles varient avec le poids des machines locomotives qui passent sur le rail. Ainsi, l'on a reconnu que les champignons des rails pesant 35 livres par yard (17 kilogrammes par mètre), dont on s'est servi sur le chemin de Liverpool, étaient en peu de temps écrasés par les machines. Le rail du chemin de Dublin à Kingstown, dont le champignon est un peu plus large, ne s'use pas aussi rapidement; toutefois, il est encore défectueux. Le rail parallèle simple T, de 50 livres (25 kilogrammes par mètre), et celui du chemin de Grande-Jonction (Birmingham à Liverpool), sont ceux dont le champignon présente les dimensions les plus convenables. La largeur de ce champignon, à la surface de roulement, est de 2 pouces 1/4 ($0^m,056$).

L'expérience apprend encore que la hauteur

[1] Voir, dans la troisième édition anglaise du *Traité* de Wood sur les chemins de fer, différents tableaux sur la résistance des rails en fonte et en fer.

des rails ne doit pas dépasser 5 pouces (0^m,125).

Partant de ces données pratiques, et les rapprochant de celles du calcul, M. Barlow, se prononçant pour la forme simple T, propose de donner aux rails les dimensions suivantes, variant suivant l'écartement des supports :

Usure des rails par le frottement.

L'écartement des supports étant	Largeur de champignon	Largeur de la tige.	Largeur du bourrelet.	Hauteur du bourrelet	Hauteur totale.	Poids par mètre courant.
de 0^m,90	0,056	0,012	0,024	0,025	0,114	25,00
de 1 14	0,056	0,015	0,037	0,025	0,115	28,90
de 1 22	0,056	0,020	0,037	0,025	0,118	30,00
de 1 52	0,056	0,045	0,045	0,028	0,126	35,10

Ces dimensions se rapprochent beaucoup de celles des rails d'aujourd'hui employés sur les principaux chemins de fer, et représentés pl. I, série B. On remarquera, en étudiant cette planche, que la largeur de la surface de roulement n'a été réduite au-dessous de 0^m,056 que sur les chemins d'Orléans et de Saint-Etienne à Lyon.

Dimensions à donner au bourrelet et au champignon.

Quant à l'écartement de 1^m,52, on ne le trouve aujourd'hui sur aucun chemin de fer.

On n'exploite les grandes lignes de chemins de fer que depuis un trop petit nombre d'années pour savoir quelle peut être l'usure des rails par le frottement, dans un temps et dans des circonstances donnés.

M. Georges Bidder déduit de quelques observations faites par lui et par M. Dixon sur le chemin

de Liverpool à Manchester, que la réduction de hauteur des rails par le frottement doit être de 1/90e de pouce (0m,00028) par année. Mais il ne fait pas connaître le nombre de tonnes qui ont passé sur les rails qu'il a examinés, le poids des machines, et plusieurs autres circonstances, dont il serait nécessaire qu'il eût fait mention.

Il est assez remarquable, cependant, que l'un de nous, M. Polonceau, ayant fait mesurer la diminution de hauteur qui a eu lieu sur le chemin de Mulhouse à Thann, ouvert depuis trois ans et demi à la circulation et sur lequel circulent quatre convois chaque jour, ait trouvé pour cette diminution 0m,0001, ce qui donne pour l'usure dans une année 0m,00028, chiffre également indiqué par M. Bidder.

Malgré la concordance assez singulière de ces résultats, nous ne les faisons connaître que comme devant servir de base à de nouvelles observations, et sans y attacher plus d'importance qu'ils n'en ont réellement.

Il nous reste à parler des cahiers des charges pour la fabrication des rails et des coussinets; nous croyons devoir présenter auparavant une description des procédés de fabrication. Cette description est empruntée dans son entier au *Traité de la fabrication du fer*, par MM. Eugène Flachat, A. Barrault et Jules Petiet.

§ 2. De la fabrication des rails.

« La fabrication des rails employés dans la construction des chemins de fer est aujourd'hui l'une des branches importantes de l'industrie des forges, qui trouve en elle un débouché assez facile pour tous ses produits de médiocre qualité.

« Tous les fers peuvent être employés à la confection des rails, pourvu qu'ils se soudent bien ; on recherche néanmoins avec empressement ceux qui présentent le plus de *dureté* et de *rigidité*. Ces qualités se trouvent réunies à un assez haut degré dans la plupart de ceux qui proviennent du puddlage des fontes au coke, et elles sont les seules qui reçoivent cette destination, parce que les fontes au bois sont trop chères, et qu'elles trouvent un emploi plus avantageux dans la fabrication des fers marchands.

Nature des fers employés à la confection des rails.

« Les fabrications de ces différentes espèces de rails ne diffèrent les unes des autres que par la forme des cannelures des cylindres ; la conduite générale de l'opération est toujours la même.

« Les fours consacrés à la fabrication des rails sont un peu plus grands que les fours à réchauffer ordinaires ; ils doivent pouvoir contenir 600 à 750 kilogrammes de fer en trois ou cinq paquets, suivant le poids des rails que l'on fabrique ; la grille est disposée pour brûler 150 à 180 kilogrammes de houille par heure. Chaque four fait ordinairement, en vingt-quatre heures, 16 chaudes, qui produisent

Fours pour cette fabrication.

6 à 8 tonnes de fer fini; il faut en avoir cinq ou six en feu pour employer convenablement un train de laminoirs conduits par une bonne machine.

Marteaux employés en Angleterre pour cette fabrication.

« En France, on ne se sert pas de marteaux pour la fabrication des rails; en Angleterre, on les emploie dans quelques usines pour souder les paquets avant leur passage aux cylindres : ainsi, au sortir du four, le fer est d'abord porté au marteau, où il reçoit une volée de quinze à vingt coups, remis pendant quelques minutes au feu, et seulement alors envoyé au laminoir. Cette méthode est excellente, et doit contribuer à diminuer le nombre des rails de rebut, en assurant le soudage de toutes les mises des paquets. Un marteau frontal de 3 à 4 tonnes, mené à quatre vingts-coups par minute, est l'appareil que l'on consacre le plus ordinairement à cette opération ; mais le marteau-pilon donnerait encore de meilleurs résultats.

Forme et dimension des cylindres.

« Tous les rails, et même les plus forts, peuvent se faire dans un train de cylindres marchands de $0^m,35$ de diamètre et de 1 mètre de table ; mais on préfère avec raison l'emploi des cylindres de $0^m,45$ à $0^m,50$ de diamètre, portant $1^m,20$ à $1^m,40$ de table, et faisant 55 à 65 révolutions par minute. Un train de cette espèce doit être desservi par une machine de 60 à 80 chevaux.

« La confection d'un rail s'effectue généralement dans deux cages, dont la première comprend les cylindres ébaucheurs, et la seconde les finisseurs.

Les uns et les autres sont spécialement affectés à une même forme de rail, et doivent presque toujours être renouvelés lorsque la fabrication vient à changer.

« Les paquets que l'on emploie pour les gros rails devant toujours avoir de très-fortes dimensions, il convient, pour ne pas trop affaiblir les ébaucheurs, de donner à leurs cannelures, qui sont au moins au nombre de cinq, la forme d'un rectangle dont les faces supérieure et inférieure sont parallèles à l'axe des cylindres. La pièce y est successivement passée de plat et de champ, et les barres qui la composent se trouvent ainsi dans de bonnes conditions pour être bien soudées entre elles et sur toutes leurs faces. A Decazeville, où les ébaucheurs (fig. 10, pl. B_6) servent en même temps à la préparation des fers ballés de diverses dimensions, les cylindres portent une série de cannelures en losanges, et deux cannelures rectangulaires; les paquets pour rails sont d'abord soudés dans celles-ci, en passant quatre fois dans la première et la seconde, puis ils passent une fois dans chacune des suivantes, qui sont des losanges. Les rails à petite section peuvent se préparer dans des ébaucheurs à cannelures ogives ou carrées (en diagonale), comme les gros fers ordinaires; toutefois, et lorsque l'on en a beaucoup à faire de la même forme, il vaut encore mieux employer des cylindres spéciaux, parce que l'on trouve toujours moyen de rendre le travail plus facile, et souvent plus rapide.

« Les *cylindres finisseurs* portent six cannelures, dont les formes se rapprochent peu à peu de celles du fer que l'on veut obtenir. Les rails à simple et à double T, et ceux à embase, comme les rails américains, sont toujours passés à plat, de manière que c'est la largeur de la cannelure qui forme la hauteur du rail. Comme il faut, pour la facilité du travail, que le fer s'élargisse d'environ $0^m,001$ à $0^m,0015$ dans chaque cannelure, on voit que la pièce, à son entrée dans la première cannelure des finisseurs, doit avoir une largeur égale à celle de la hauteur du rail, diminuée d'autant de fois $0^m,001$ ou $0^m,0015$ ($0^m,005$ environ) qu'elle a de cannelures à traverser avant son achèvement [1]. Quant à son épaisseur, elle est forcément égale à la largeur, lorsque le dégrossisseur ne porte que des cannelures losanges ou carrées, placées en diagonale ; mais lorsque leurs faces sont parallèles à l'axe, on les dispose de manière que le fer ait déjà une forme rectangulaire à son entrée dans la première cannelure des finisseurs, et l'on diminue ainsi le travail de ces derniers sans augmenter celui des ébaucheurs, pourvu que l'on ait eu la précaution de donner au paquet lui-même la forme d'un rectangle.

[1] Lorsqu'on fabrique des rails avec des machines peu puissantes, on donne fréquemment aux cannelures un élargissement plus considérable ; cette disposition, qui produit des fers d'un grain très-relâché dans lesquels les mises du corroyage se séparent au bout de quelque temps d'usage, est une des causes les plus actives de la destruction des rails.

« Tout l'étirage du fer dans les finisseurs porte sur les premières cannelures, et l'on ne doit admettre qu'une légère différence entre les sections des deux dernières, parce qu'arrivé à ce point, le métal est déjà considérablement refroidi, et qu'indépendamment de l'excès de travail qui en résulterait pour la machine, il pourrait se produire à la surface du rail des déchirures qui le feraient rebuter.

« La pièce passe aux ébaucheurs deux fois sur plat et sur champ dans la première et la seconde cannelure, et deux fois dans chacune des suivantes. Les finisseurs portent cinq cannelures : le fer est passé une fois dans chacune des quatre premières et deux fois dans la dernière, dite *finisseuse*, en ayant soin de lui faire faire une demi-révolution après le premier passage.

« L'entrée du paquet dans les premières cannelures doit se faire très-rapidement, afin que le fer soit soudé pendant qu'il est encore chaud : l'emploi d'un chariot muni d'une masse avec laquelle on frappe fortement sur le bout de la pièce, lorsqu'elle est placée sur le tablier des ébaucheurs, présente sous ce rapport de grands avantages.

« Quand les faces supérieure et inférieure du rail sont droites ou convexes, et perpendiculaires à l'axe, on peut tracer les cannelures symétriquement dans les deux cylindres; il suffit qu'elles soient disposées de façon que chacune d'elles efface la petite arête qui se produit sur toute la longueur de la

barre au point de contact des deux cylindres, ainsi que cela est indiqné fig. 13, pl. B_6; mais en général, et surtout lorsque la face du rail est inclinée d'un seul côté, il vaut mieux que la cannelure soit entièrement prise dans le cylindre inférieur; on obtient des faces beaucoup plus belles, le rail a moins de tendance à se relever à sa sortie, et ces avantages compensent bien l'inconvénient assez faible qui résulte de la différence de vitesse à la circonférence des deux cylindres. (Voir les finisseurs de Decazeville, fig. 12.)

Nouveaux détails sur le laminage.

« Le laminage des rails exige un grand nombre d'ouvriers : indépendamment du chef lamineur, du dégrossisseur, des deux rattrapeurs et des deux releveurs que l'on emploie ordinairement, il faut encore faire aider ces ouvriers par trois ou quatre manœuvres, qui concourent avec eux à présenter la pièce aux cannelures et à la soulever au-dessus du cylindre mâle après son passage.

Fabrication des rails ondulés.

« Les rails ondulés sont d'abord faits rectilignes par la même méthode que les précédents; puis on les passe dans une cannelure verticale dont la partie supérieure est concentrique au cylindre mâle; tandis que la partie inférieure est excentrique par rapport au cylindre femelle, dont le diamètre est d'ailleurs calculé pour que chaque tour donne à la face inférieure du rail la forme courbe que l'on veut obtenir. Le fer de garde de cette cannelure est mobile autour d'un axe, de manière que son ex-

trémité s'applique toujours exactement sur le cylindre inférieur.

« Lorsque ces rails portent une rainure latérale, telle que celle qui est indiquée dans le rail Q, pl. B_1, on le termine par deux cannelures horizontales, dont la largeur est égale à la plus grande hauteur du fer dans sa partie convexe.

« La fabrication des rails évidés ne présente pas plus de difficultés que celle des rails pleins ; seulement il faut disposer les cylindres pour que le fer soit également travaillé sur toutes ses faces. Si l'on cherchait à obtenir de suite un rail à faces intérieures parallèles, il est évident que les joues seraient beaucoup moins comprimées que le dessus et la base, et il en résulterait des défauts dans la pièce. C'est pour éviter cet inconvénient que l'on commence par donner au rail une forme évasée, telle que celle qui est indiquée fig. 11, pl. B_1; puis, dans le dernier passage, on resserre les côtés, et l'embase devient parallèle à la face de roulement. Fabrication des rails évidés.

« Le rail sortant de la cannelure finisseuse est porté sur une table en fonte (plaque à redresser), où on le dresse aussi exactement que possible en le frappant avec des maillets en bois.

« La machine à couper les rails est placée à la suite de la table de dressage, de sorte que, dès que cette opération est terminée, le bout du rail est coupé pendant qu'il est encore chaud.

Affranchissement des rails.

« L'affranchissement des rails se fait généralement à chaud, avec des scies circulaires. En Angleterre, on coupe souvent les deux bouts à la fois, avec deux scies parallèles, dont l'écartement est égal à la longueur du rail fini et froid, augmentée de la quantité dont il se raccourcit pendant le refroidissement; mais en procédant ainsi, la longueur des rails n'est pas constante, parce qu'ils ne peuvent pas être tous coupés à la même température. En France, où les Compagnies de chemins de fer attachent une importance peut-être exagérée à ce que les rails aient tous exactement la même longueur, on commence par couper un seul bout, puis on affranchit le second après le refroidissement, et en ne réchauffant que la partie qui doit être tranchée.

« Quelle que soit la méthode que l'on emploie, et sous ce rapport c'est la volonté de l'acquéreur qui fait loi, il est très-important, lorsque toutefois on ne spécifie pas une coupure en biais, que le bout du rail soit coupé parfaitement d'équerre : c'est ce résultat que l'on doit sans cesse avoir en vue dans l'établissement des scies à rails. Ces appareils se composent de deux parties : l'une fixe, qui est la scie ; l'autre mobile, qui est un support sur lequel on place le rail, et que l'on fait avancer vers la lame pour trancher le fer, par une disposition telle que l'axe de la scie et le rail soient toujours parfaitement parallèles.

« Les *scies*, dont le diamètre varie, suivant les

usines, depuis $0^m,80$ jusqu'à $1^m,20$, sont maintenues entre deux disques en fonte et fixées à l'extrémité d'un arbre qui fait 800 à 1,000 tours par minute. Les grandes lames ont, sur les petites, l'avantage de s'user moins vite, et de pouvoir être retaillées plus souvent, mais ces dernières coûtent moins cher, et se voilent moins facilement, de sorte qu'on leur donne souvent la préférence. Dans quelques usines, on refoule les dents des scies pour leur donner de la voie et rendre l'opération plus facile; on les empêche aussi de se détremper par trop vite en les faisant tourner dans une bâche remplie d'eau fraîche. Malgré ces précautions, les lames exigent beaucoup d'entretien, et, pour être sûr d'un bon travail, on doit les changer et les visiter après vingt-quatre heures de marche : il faut au moins en avoir trois ou quatre de rechange pour chaque appareil.

Des scies circulaires employées pour cette opération.

« Le *support du rail* peut se mouvoir parallèlement à lui-même sur des glissoires bien ajustées, comme dans la disposition employée à Decazeville, ou mieux encore, comme dans le chariot anglais, représenté pl. B_7, fig. 1 à 1_4. Toutefois, et comme ces appareils sont coûteux, difficiles à faire, et qu'ils remplissent rarement bien leur but, il y a peut-être lieu de leur préférer le support à pivot, dont nous donnons un croquis, pl. B_7, fig. 2 à 2_3. Le rail est généralement posé à plat sur son support; dans quelques-unes seulement, on le fixe de champ, pour diminuer la course du chariot et

être plus sûr d'obtenir une section à angle droit.

« Quand on affranchit les rails *à la tranche*, ils sont fixés par une de leurs extrémités dans une espèce d'étau, dont les mâchoires horizontales embrassent exactement la pièce fig. 15 et 15$_1$, pl. B$_6$, et la section s'opère au moyen d'une espèce de hache, sur laquelle on frappe à coups de masse. Ce moyen ne s'emploie ordinairement que pour couper le deuxième bout, et encore vaut-il mieux y consacrer une scie, comme dans la première opération.

Réchauffage des rails.

« Lorsque les deux bouts du rail ne sont pas tranchés à la fois, il faut réchauffer le bout non affranchi pour le couper, soit à la scie, soit à la tranche. Ce réchauffage s'exécute dans un feu de forge, ou, mieux encore, dans un petit four à réverbère, muni, sur chacune de ses deux faces, de quatre à cinq embrasures, qui ont exactement la forme du rail; les pièces reposent, d'une part, dans le four, et, de l'autre, sur un support en fonte garni d'un rouleau horizontal qui facilite leur manœuvre. Quand elles sont suffisamment chaudes, on les retire pour les présenter à la scie, ou pour les couper à la tranche.

« Lorsque les scies à rails ne sont pas parfaitement bien disposées, les extrémités de la barre ne se coupent pas bien d'équerre par rapport à son axe; dans ce cas, comme dans celui-ci, beaucoup plus fréquent, où le sciage a laissé sur les bouts des aspérités qui nuisent à leur bonne apparence, il

faut employer le burin et la lime pour les enlever à froid : cette opération est généralement indispensable, et elle se pratique dans toutes les usines.

« Bien que les rails soient dressés à chaud, au sortir du laminoir, sur une table en fonte où on les laisse refroidir, il est rare qu'ils n'aient pas besoin d'être redressés quand ils sont froids. Cette opération peut s'exécuter de différentes manières : à Decazeville et dans plusieurs autres usines, on place la pièce sur une enclume (fig. 14 à 14_1, pl. B_6) qui porte une entaille de la forme du rail, et, en la frappant convenablement avec une masse, on parvient à lui donner la forme droite qu'elle doit avoir. Dressage des rails.

« Au Creuzot, on emploie avec succès pour cet objet une espèce de *balancier à vis* horizontale (fig. 16 et 16_1, pl. B_6), mû par trois hommes : tous les points du rail qui présentent des inflexions subissent successivement l'action de la vis, et une douzaine de coups suffisent ordinairement pour atteindre d'une manière parfaite le but de l'opération. Balancier employé au Creuzot pour le dressage.

« Lorsqu'on suppose que le rail ne se tourmentera pas pendant le refroidissement, la plaque en fonte sur laquelle on le pose en quittant la scie est plane, mais lorsque sa section est telle qu'il se trouve plus de matière sur une face que sur l'autre, comme dans le rail du Great-Western par exemple, on place la pièce sur une table convexe dont on lui fait prendre la forme, et la différence de contraction

qu'elle subit sur ses deux faces la force à se redresser naturellement par le refroidissement.

Subdivision en morceaux des rails de rebut.

« Pour diviser en morceaux les rails de rebut que l'on veut utiliser pour d'autres opérations, on peut employer une forte cisaille, ou, ce qui est plus économique, un balancier vertical muni d'un volant : le rail est placé sur deux petits tasseaux en fonte assez rapprochés et placés à égale distance du point où doit agir la vis, et ce point est préalablement indiqué par un fort coup de tranche qui détermine le lieu de la rupture ; en général, elle s'opère sans difficulté, parce que le fer qui constitue les rails n'est pas assez doux pour plier plutôt que de se rompre. Cet appareil fonctionne très-bien à l'usine du Creuzot.

Chariots pour le transport des paquets.

« Les paquets que l'on emploie pour faire les rails sont trop lourds pour les traîner du four aux laminoirs sur le sol ; on leur fait faire ce trajet sur de petits chars à deux roues en fonte et en fer, dont la table, un peu plus élevée que le tablier des ébaucheurs, porte à son extrémité une masse en fonte au moyen de laquelle l'ouvrier frappe fortement sur le bout du paquet, pour le faire entrer dans la première cannelure : cette méthode accélère beaucoup le travail.

« Le transport des rails laminés s'effectue sur de longs chars à quatre roues dont la table est en tôle.

« Tels sont les principaux appareils dont on se sert dans la fabrication des rails ; ce matériel, assez

coûteux, exige beaucoup d'entretien, et les dépenses qu'il occasionne ne peuvent être couvertes que par une grande fabrication.

« Les trousses destinées à la fabrication des rails sont généralement composées de fer de deux qualités : le n° 1 est employé dans l'intérieur et le n° 2 comme couverture, parce qu'il est essentiel que la partie supérieure de la barre qui forme la surface de roulement soit exempte de tous défauts. En moyenne on peut admettre que, pour faire 1,000 kilogrammes de rail, il faut en poids : Composition des trousses.

1°	1,000 kilogrammes de rails reçus,
2°	100 kilogrammes de rails rebutés,
3°	100 kilogrammes de déchets au four,
4°	125 kilogrammes de bouts coupés.
Total...	1,325 kilogrammes.

Ainsi les paquets destinés à faire des rails de 4m,50 de long et du poids de 30 kilogrammes par mètre courant, pesant en tout 135 kilogrammes, comprendront :

	135 kilogrammes pour le rail,
	17 kilogrammes de bouts coupés,
	13 kilogrammes de déchets au four.
Poids total...	165 kilogrammes.

En fabriquant des rails de 36 kilogrammes par mètre courant, et de 4m,80 de longueur, comme

ceux du chemin de fer de Paris à Rouen, avec des paquets fig. 6, on aurait :

	173k,00 pour le rail,
	21 70 de bouts coupés,
	17 30 de déchets au four.
Poids total...	212k,00

« Le rapport que l'on admet entre le poids des couvertures et celui du fer brut varie de 2/7 à 1/3; ainsi, en composant un paquet de 165 kilogrammes en six ou sept mises, on aurait environ :

	55 kil.	à	48 kil. de couvertures,
	110 kil.	à	117 kil. de fer brut.
Totaux...	165 kil.		165 kil.

La longueur du paquet serait de 1 mètre environ.

« Pour les rails de 173 kilogrammes, on aurait:

	71 kil.	à	61 kil. de fer n° 2,
	141 kil.	à	151 kil. de fer n° 1.
Totaux...	212 kil.		212 kil.

et le paquet aurait à peu près $1^m,20$ de longueur.

« La plus grande dimension que l'on donne aux paquets est de $0^m,162$ de largeur sur une épaisseur à peu près égale; ainsi, pour que les couvertures de $0^m,162$ recouvrent exactement les barres intérieures, il faut que celles-ci soient composées de fer de $0^m,108$ et $0^m,054$ de largeur ou de $0^m,18$, disposés comme dans les fig. 1 et 3, pl. B.

« Pour donner plus de qualité au rebord du champignon, on compose encore quelquefois le paquet comme dans la fig. 5 ; dans ce cas on a, dans un paquet de 165 kilogrammes,

80 kilogrammes de fer n° 2,
85 kilogrammes de fer n° 1.

« Mais il faut que la qualité du n° 1 soit bien inférieure pour être obligé d'employer une si forte proportion de n° 2.

« A Decazeville, le paquet ainsi disposé contient trois espèces de fer :

Le centre en n° 1 pèse	85 kil.
Les barres latérales en n° 2 pèsent.	25 kil.
Les couvertures en n° 3 pèsent. .	55 kil.
Total. . . .	165 kil.

« Dans quelques usines, on a essayé de faire entrer les bouts de rails coupés à la scie dans la composition des paquets, mais on n'a obtenu que des produits mal soudés, et partout aujourd'hui ces déchets sont consacrés à la confection des couvertures, concurremment avec le fer brut.

« Les couvertures étant destinées à former la surface de roulement du rail, leur fabrication exige beaucoup de soins : les paquets que l'on emploie pour cet objet pèsent autant que ceux des rails, et peuvent être composés de fer de même dimension; mais, comme il est en général fort difficile d'obtenir

en n° 1 des barres de 0m,162 de largeur, il faut y consacrer les rebuts des couvertures n° 2, ou en faire encore exprès, si l'on n'aime pas mieux employer du 0m,135 n° 1, comme dans le paquet fig. 2.

« Pour faire entrer les bouts de rails dans les paquets de couvertures, il faut fabriquer en n° 1 du fer d'une forme spéciale et propre à remplir le vide qui se trouve sur les côtés du rail entre les deux rebords (fig. 7) : on peut alors composer le paquet de deux manières différentes, soit, comme dans la fig. 22, en y faisant entrer du 0m,162 n° 2 ou n° 1, si cela est possible, soit en employant des barres de 0m,135. Il est évident que la première méthode est la meilleure, mais elle est aussi la plus chère.

« Dans ces paquets, les couvertures ont toujours la même longueur que lui, mais les barres intermédiaires peuvent être composées de pièces de différentes longueurs, posées bout à bout. Dans les paquets de rails, toutes les barres doivent au contraire avoir la même longueur.

« La fig. 8 représente la composition du paquet destiné à faire les petites barres n° 2 qui entrent dans la trousse fig. 5.

Laminage des couvertures.

« Le laminage des couvertures s'opère dans un train de même force que celui des rails, et souvent dans les mêmes cages, en changeant seulement les cylindres : ainsi à Decazeville on faisait des rails pendant dix-huit jours, des couvertures pendant huit autres, et ainsi de suite. Au Creuzot, le train

est composé de quatre cages dont deux servent pour les rails, et les deux autres pour les couvertures et le ballage.

« Le nombre de paquets que l'on porte ensemble dans un four à réchauffer dépend des dimensions de la sole et de celles des pièces ; ordinairement on ne charge pas au delà de trois paquets de 210 kilogrammes, de quatre de 165 kilogrammes, ou de cinq de 135 kilogrammes.

« Le nombre de chaudes que l'on passe en vingt-quatre heures est de 15 à 16; ainsi, un four peut, en moyenne, produire 7 à 8 tonnes de rails finis dans ce même temps, avec une même consommation de 650 à 700 kilogrammes de houille par tonne. »

Les notes suivantes compléteront les renseignements donnés par MM. Flachat, Petiet et Barrault.

Dans quelques usines, on place, à la suite du four principal, un second four où l'on commence à chauffer les paquets. On utilise, de cette manière, la chaleur perdue des fours à réchauffer, qui est considérable.

Utilisation de la chaleur perdue.

L'emploi du marteau, et surtout celui du marteau-pilon, pour souder les paquets, est sans doute très-avantageux ; on doit remarquer, toutefois, que la perfection du soudage dépend bien moins de l'énergie de la force comprimante que du degré de décapage des surfaces à souder, et du degré de température, qui ne doit pas être le même pour

Moyens d'obtenir une bonne soudure.

des fers de qualité différente. Aussi est-ce du chauffeur plutôt que du forgeron que l'on doit attendre une bonne soudure.

A l'usine d'Alais, où le fer se soude difficilement, ce n'est qu'après un grand nombre d'essais qu'on y est parvenu.

Les presses remplacent souvent les marteaux, elles n'exigent pas des frais d'installation aussi élevés, elles n'éclaboussent pas comme les marteaux, elles consomment moins de force motrice. Elles ne donnent pas lieu, comme les marteaux, à des chocs qui fatiguent le mécanisme, enfin elles sont desservies par des ouvriers dont le salaire est beaucoup moins élevé que celui des marteleurs; mais elles n'épurent pas le fer aussi bien que les marteaux.

MM. Flachat, Petiet et Barrault font mention d'une nouvelle machine à cingler employée depuis peu de temps en Angleterre, qui, d'après ces ingénieurs, serait sous plusieurs rapports préférable aux marteaux et aux presses. Cette machine est encore trop peu connue pour qu'il nous soit permis de la juger; nous l'indiquons ici, afin que les ingénieurs des nouvelles lignes de chemins de fer l'étudient, et qu'ils en prescrivent ou en conseillent l'usage aux fabricants, s'il y a lieu. On ne saurait négliger aucun moyen pour obtenir des rails bien soudés.

Laminage des paquets. C'est toujours de champ que l'on doit d'abord

passer le paquet sous le laminoir, afin de rapprocher les barres avant de les comprimer. Elles ne doivent d'ailleurs éprouver qu'un très-faible étirage dans le sens perpendiculaire à la longueur.

Sciage des rails.

L'embarras que l'on éprouve à manœuvrer une lourde barre toute rouge, et la difficulté que l'on trouve à bien asseoir dans les coussinets de la scie une barre mal dressée, ont fait renoncer dans presque toutes les usines à l'usage de couper un bout à la sortie du laminoir.

On doit prendre les plus grandes précautions pour ne pas oxyder les extrémités des rails lorsqu'on les réchauffe pour les passer à la scie. L'air qui pénètre entre le rail et les bords de l'ouverture contribue surtout à cette oxydation. On doit donc souder les joints avec le plus grand soin. C'est principalement à la croûte d'oxyde de fer qui se produit que l'on doit attribuer l'altération des dents de la scie.

Les scies sont difficiles à installer et à entretenir en bon travail courant. Malgré les soins du monteur, l'axe de la scie et celui du rail sont rarement parallèles. D'ailleurs, certaines parties prennent du jeu. Il est utile de régler la position du rail dans les supports par des vis de rappel.

Dans l'opération du sciage, le bout du rail à moitié détaché s'incline, et tend par son poids à arracher les parties qui restent à couper. L'outil suit la ligne de moindre résistance, et la section se fait

obliquement. On doit soutenir le bout jusqu'à ce qu'il soit entièrement coupé.

Les dents de la scie s'altèrent. Une seule bavure qui se rencontre sur le côté d'une dent refoulée devient très-nuisible. A chaque tour de roue, la bavure éloigne la scie du plan de la section. Il en résulte un nouveau sillon, et par suite une série de gradins dont l'ensemble est oblique à l'axe du rail. Il faut enlever les bavures de la scie à mesure qu'elles se produisent, et lui donner assez d'épaisseur pour qu'elle résiste à la flexion. Une épaisseur de $0^m,04$ est convenable. Il est nécessaire, d'ailleurs, de changer les scies toutes les douze heures. L'usure et le limage mangent chaque jour de $0^m,004$ à $0^m,005$.

§ 3. Du cahier de charges pour la fourniture des rails, des coussinets, chevillettes et coins.

A. Du cahier de charges pour la fourniture des rails.

Parmi les moyens d'obtenir d'un fabricant des produits de bonne qualité, l'un des plus efficaces est sans doute de lui imposer un cahier de charges sévère. Il ne faut pas oublier, cependant, que le cahier de charges, quelque soin que l'on apporte dans sa rédaction, n'offre que des garanties insuffisantes si l'on ne s'adresse à un fabricant honnête, en position de remplir ses engagements, et si on ne lui accorde un bénéfice raisonnable sur ses fournitures.

Il arrive trop souvent que les Compagnies se laissent séduire par le bon marché. Elles sont alors trompées par le fabricant, qui ne peut réaliser un bénéfice qu'en livrant des produits de qualité inférieure; et, une fois que les objets ont été mal fabriqués, il est rare qu'on ait le temps d'attendre qu'ils soient remplacés. Les moyens coercitifs ou correctifs réservés par le cahier de charges sont toujours insuffisants. On s'expose, d'ailleurs, en voulant les employer, à des procès jugés par des arbitres qui sont ordinairement d'une grande indulgence pour lesfabricants, qu'ils ne veulent pas ruiner. Choix du fabricant.

Nous conseillons donc aux Compagnies, ou de s'adresser directement aux fabricants les plus réputés, ou de procéder par voie d'adjudication entre un certain nombre de fabricants choisis.

Quant aux conditions que doit stipuler le cahier de charges pour les rails, elles se résument comme ilsuit :

1° Le fabricant doit recevoir de la Compagnie un dessin coté ou un modèle du rail, portant le timbre de la Compagnie, avec une lettre signée de l'ingénieur. Forme du rail.

Il donnera scrupuleusement à ses laminoirs des dimensions telles que les rails qui en sortiront soient parfaitement semblables au rail représenté par ce dessin ou ce modèle.

2° Le premier rail fourni par le laminoir doit être envoyé à l'ingénieur de la Compagnie, et la fa-

brication ne doit commencer que lorsque l'ingénieur a déclaré par écrit qu'il est satisfait de cet échantillon.

Il est arrivé à la Compagnie du chemin de Versailles (rive gauche) qu'un agent négligent s'étant absenté de l'usine lorsque l'on commençait la fabrication des rails qu'elle avait commandés, l'ingénieur ne reçut l'échantillon que lorsque, déjà près de 400 tonnes étaient laminées. La forme du rail n'était pas aussi correcte qu'elle aurait dû l'être, et cependant elle n'était pas assez défectueuse pour que l'on pût rejeter les 400 tonnes fabriquées.

Si le cahier de charges eût renfermé l'article ci-dessus, l'ingénieur eût été nécessairement prévenu en temps convenable pour exiger que les laminoirs fussent modifiés.

Qualité du fer. 3° Le fer des rails doit être en même temps dur, roide et tenace.

Cette espèce de fer dur, préférée pour la construction des railways, est l'une des moins estimées en toute autre circonstance.

En effet, les barres de fer résistant mieux aux efforts qui s'exercent par traction dans le sens de leurs fibres qu'à ceux qui agissent par pression, on s'applique, dans les constructions, à les placer de manière à ce que l'effort soit dirigé suivant leur longueur, et alors il faut surtout que le fer soit tenace pour résister.

Dans les chemins de fer, il devient impossible de

remplir la condition que nous venons d'énoncer. L'effort tend à rompre les barres perpendiculairement à leur longueur; il agit par intermittence, en produisant une espèce de vibration dont l'intensité varie avec le poids et la vitesse des convois, et il est secondé, comme cause destructive des rails, par le frottement des roues. Soumises ainsi à un genre d'action tout particulier, et dont on n'a aucun exemple dans les autres applications du fer à l'industrie, les barres d'un railway sont exposées à un genre de destruction qui ne se présente guère que dans ce cas singulier : elles s'exfolient ou s'écrasent en se divisant en fibres suivant leur longueur.

Telle espèce de fer, par conséquent, qui est considéré comme étant de qualité supérieure pour certains usages, ne saurait être propre à l'établissement des chemins de fer, tandis que telle autre espèce que l'on rejette y convient, au contraire, parfaitement. C'est ainsi, par exemple, que sur le chemin de Saint-Etienne on a vu, il y a quelques années, des rails fabriqués avec du fer, au charbon de bois, réputé excellent, rapidement détruit, et que, sur nos chemins des environs de Paris, des rails composés de fer provenant de fonte au coke puddlée, et refusés pour le bâtiment ou pour les machines, ont fait un très-bon service.

4° La portion du rail sur laquelle passent les machines et les waggons, portion qui, dans les rails tout en fer, constitue le champignon, étant la partie Composition des trousses pour la fabrication.

qui fatigue le plus, doit être aussi la plus résistante. La partie intermédiaire du rail, celle qui forme la tige dans les rails à champignon, peut être de qualité moindre.

Aussi a-t-on exigé, pour tous les rails à champignon employés sur les chemins de fer construits en France, que le champignon fût en fer n° 3, la tige pouvant être en fer n° 2. En Angleterre, on a employé, sur quelques chemins de fer, des rails composés entièrement de fer n° 3[1].

On fixe, dans le cahier de charges, la quantité de fer n° 3 qui doit entrer dans la composition du rail. Cette quantité et sa répartition dépend de la forme du rail. Elle est ordinairement d'un tiers pour les rails à double champignon. La trousse est alors composée de fer n° 1 et n° 2, le fer n° 1 devenant fer n° 2 lorsqu'on lamine la trousse, et le fer n° 2 fer n° 3. (Voir l'article précédent, sur la fabrication.)

Nous avons dit plus haut (page 97) qu'on avait fabriqué en Angleterre des rails dont le champignon était en fer martelé et la tige en fer laminé ; mais nous avons ajouté que l'on n'avait pu parvenir à souder parfaitement ensemble, au laminage, ces deux espèces de fer. On trouve même quelque difficulté à bien souder ensemble le fer n° 2 et le fer n° 1. C'est une des raisons pour lesquelles certains

[1] L'effort de flexion qu'éprouvent les rails se convertissant en un effort de traction pour leur partie inférieure, il serait convenable d'exiger pour les rails simples T que la base fût en fer n° 3.

ingénieurs anglais ont préféré des rails entièrement composés de fer n° 3, malgré leur prix plus élevé.

5° L'assise supérieure de la trousse, pour les rails à un seul champignon, et les deux assises supérieure et inférieure, pour ceux à double champignon, doivent être composées d'une plaque unique, comme l'indiquent les figures.

Cette condition n'ayant pas été remplie pour les premiers rails fabriqués en France, beaucoup se sont fendus longitudinalement, suivant le plan vertical de séparation des deux plaques qui formaient l'assise correspondante à face de roulement. Aujourd'hui toutes nos grandes usines possèdent des laminoirs pour la fabrication de ces *couvertures* d'une seule pièce. Il est cependant nécessaire d'en prescrire l'usage, afin d'éviter que, par raison d'économie et pour employer certains déchets, on revienne, pour une partie au moins de la livraison, à l'ancienne méthode.

6° La section des rails à leurs extrémités doit être exactement perpendiculaire à leur axe. Section des rails.

On sait que, lors de la pose, on doit laisser entre les extrémités des rails un certain espace, pour que la dilatation puisse avoir lieu. Si la section du rail était oblique à l'axe, les rails pourraient paraître convenablement écartés à la surface du roulement, et se toucher par le bas.

La plupart des rails qui nous ont été livrés pour le chemin de Versailles (rive gauche) n'ont été cou-

pés avec netteté qu'à une seule extrémité. Cela tient à ce qu'un des bouts seulement l'a été à la scie; l'autre ayant été affranchi à la tranche.

Il faut exiger que les deux bouts du rail soient coupés à la scie ou par tout autre moyen mécanique équivalent, le fabricant devant justifier de la possession de l'outillage nécessaire.

Longueur des rails.

7° Les dix-neuf vingtièmes des rails composant la fourniture doivent être de même longueur, à un millimètre près. Un vingtième peut être reçu avec une longueur moindre, mais constante, de $3^m,75$ ou de 4 mètres.

Il importe que tous les rails employés pour la portion rectiligne de la voie soient exactement de la même longueur, afin que l'écartement des points d'appui soit uniforme, et que l'on n'éprouve aucun retard, aucun embarras dans le choix des barres lorsqu'on pose le chemin, ou lorsqu'on remplace, pendant l'exploitation, une barre avariée.

Dans les courbes il faut, pour que les joints se trouvent toujours normaux, couper quelques rails; mais, lorsqu'elles sont de grand rayon comme celles de nos chemins à grande vitesse, la partie à enlever est peu considérable et variable de longueur. L'opération doit être faite, par conséquent, dans les ateliers de la Compagnie. On s'arrange, d'ailleurs, comme nous l'expliquerons plus loin, de manière à rendre très-faible le nombre des rails à raccourcir.

Si l'on tolère qu'un vingtième des rails n'ait pas

la longueur normale, c'est afin de permettre au fabricant le débit des rails de cette longueur qui ne présentent de défauts qu'à leurs extrémités. Ces rails sont ordinairement employés dans les changements de voie, pour les ateliers, etc.

Défauts.

8° Les rails ne doivent présenter aucun défaut tel que paille, crique, brûlure. On tolère quelquefois ces défauts dans la tige; mais, lorsqu'ils existent dans le champignon, on ne saurait accepter les rails.

Dressement des rails.

9° Les rails, s'il y a nécessité, doivent être redressés aux frais du fabricant.

Tous les rails que nous avons reçus des forges de Decazeville pour le chemin de Versailles (rive gauche), soit qu'ils aient été mal dressés à l'usine, soit qu'ils se soient déformés en route, ont dû être redressés dans nos ateliers. Le transport jusqu'au chantier de la Compagnie devant être effectué par le fabricant, il est convenable de mettre à sa charge la dépense que devrait faire la Compagnie pour les employer immédiatement à la pose définitive.

Essai des rails.

10° On juge de la qualité du fer qui compose les rails par la cassure. Toutefois, comme il serait coûteux de briser un grand nombre de rails, on les essaye de préférence en leur faisant porter un certain poids. Quelquefois, lorsqu'on a lieu de craindre que le fer soit cassant, on leur fait subir l'épreuve du choc par le mouton, ou en laissant tomber le rail d'une certaine hauteur sur des corps durs, de la même manière que l'on essaye les essieux de

l'artillerie. (Voir, plus loin, l'article sur l'essai des essieux.)

Le cahier de charges pour la fourniture des rails aux chemins de l'Etat ne stipule pas l'essai par le choc. Nous croyons toutefois utile de s'en réserver la faculté. Il arrive quelquefois que les rails se brisent même par un choc assez faible. Un accident grave peut en être la conséquence. Il faut, autant que possible, se mettre à l'abri de pareilles éventualités.

Il va sans dire, d'ailleurs, que l'on n'essaye jamais qu'un petit nombre de rails pris au hasard dans toute une fourniture.

Le cahier de charges de l'Etat (voir les Documents) indique la charge que l'on doit faire supporter à des rails à champignon du poids de 30 kilogrammes, posant sur des appuis éloignés de 1m,12.

Garantie.

11° On peut, au moyen des épreuves, juger jusqu'à un certain point du degré de roideur ou de ténacité du fer; mais ce n'est qu'à l'usage que l'on apprécie son plus ou moins de dureté, son plus ou moins de résistance aux effets de l'exfoliation. Il faut donc exiger du fabricant qu'il garantisse ses produits pour une année, à partir du moment où ils sont employés, la durée maximum de cette garantie étant toutefois fixée à l'avance.

Agent à l'usine.

12° La Compagnie doit se réserver le droit de placer à l'usine un agent de son choix, pour surveiller la fabrication.

Il est très-important que la Compagnie soit repré-

sentée à l'usine pendant la fabrication, car, ainsi que nous l'avons déjà remarqué, le rejet d'une livraison considérable pourrait entraîner dans des pertes de temps, et par suite dans des pertes d'argent incalculables. Il faut éviter de s'y trouver forcé.

Le cahier de charges doit stipuler encore :

Époques de livraison, de payement, etc.

Les époques des livraisons et les lieux où elles doivent avoir lieu ;

Les époques de payement.

Une amende doit être imposée au fabricant si les livraisons n'ont pas lieu aux époques fixées. Le chiffre de cette amende doit être en rapport avec le préjudice que les retards peuvent faire éprouver à la Compagnie.

Arbitres.

Il convient, enfin, de nommer, dans le cahier de charges, les arbitres, ou plutôt l'arbitre unique qui devra juger souverainement, et sans être astreint aux formes et délais de la procédure, toute contestation élevée entre la Compagnie et le fabricant, et élire domicile sur le lieu des travaux.

Prix des rails.

Les rails ont été payés, il y a quelques années, par les chemins de Saint-Germain, de Versailles et d'Orléans, 42 francs les 1,000 kilogrammes, rendus à Paris, ce qui répond au prix de 35 francs sur l'usine.

Les nouveaux rails du chemin de Saint-Etienne ont été fabriqués à l'usine de Terre-Noire, au prix de 36 fr. 75 c. les 100 kilogrammes.

L'usine reprend les rails usés, ainsi que les an-

ciens rails que l'on remplace au prix de 24 francs.

Le prix des rails, depuis lors, a baissé. La fourniture des rails du chemin de Montpellier à Nîmes a été dernièrement adjugée à raison de 32 francs les 100 kilogrammes pris à l'usine.

En Belgique, les rails reviennent à un prix moins élevé. On les a payés 23 fr. 90 c. pour les chemins de la section d'Ans à la Meuse.

En France, le fer pour la fabrication des machines coûte moitié en sus du fer fabriqué en rails.

L'inspecteur chargé de la réception des rails doit assurer l'exécution du marché dans le délai fixé. Il présidera à la fabrication, pour faire exécuter les clauses du cahier des charges.

Il portera son attention sur l'allure des hauts fourneaux, connaîtra leur état, en prévoira les chances d'interruption, et veillera à ce que le nombre des fours à puddler et à réchauffer nécessaires à la production moyenne mensuelle soit en travail régulier.

Il s'assurera que les paquets sont composés de fers n° 1 et n° 2 dans les proportions voulues, prendra des précautions pour que, la nuit ou à tout autre moment où il devra s'absenter, ces proportions restent les mêmes.

Il ne permettra jamais que la couverture soit faite autrement qu'avec une seule plaque de toute la largeur de la trousse.

Il examinera si la soudure est parfaite, surtout

à l'extrémité des rails. Il cherchera à découvrir les criques et les pailles dissimulées quelquefois par de la limaille de fonte, de la plombagine ou une soudure qui se décèle par une auréole d'oxyde rouge de fer.

Il s'assurera que les rails ont bien la longueur exigée, et qu'ils sont coupés parfaitement d'équerre à leur extrémité.

Il devra aussi examiner avec la plus grande attention s'ils ont dans toute leur longueur la forme requise. Il arrive fréquemment que la surface de roulement est gauche : on ne doit pas, dans ce cas, se montrer tolérant, car le rail ainsi déformé ne pourrait, à la pose, recevoir l'inclinaison convenable.

L'inspecteur fera empiler les rails en formes régulières, afin de pouvoir les compter rapidement, on accélérera l'expédition, et fera en sorte qu'on ne les change pas au moment du départ.

Il doit enfin envoyer, chaque mois, à l'ingénieur en chef un état indiquant :

1° Le nombre des rails fabriqués ;

2° Celui des rails à recevoir ;

3° Le calcul approximatif de la quantité qui sera fabriquée dans le mois suivant.

La fourniture de ces documents est pour l'administration centrale une garantie de la vigilance de son agent.

B. Du cahier de charges pour la fabrication des coussinets.

Forme du coussinet.

Les coussinets doivent être, ainsi que les rails, parfaitement semblables au modèle. Le premier coussinet coulé doit être envoyé à l'ingénieur du chemin. La fabrication ne doit commencer que lorsque l'ingénieur en a donné l'autorisation écrite.

A la réception des coussinets, il importe surtout de s'assurer que le rail se loge convenablement entre les saillies, et qu'il est en parfait contact avec les portions des joues ou de la semelle, contre lesquelles il doit s'appuyer; que la base, qui doit poser sur le dé ou sur la traverse, est parfaitement plane; que les trous qui doivent recevoir les chevillettes ont bien la dimension voulue, et qu'ils sont parfaitement verticaux.

Nous avons été obligés, au chemin de Versailles (rive gauche), de refuser un assez grand nombre de coussinets, dont les trous étaient trop petits ou obliques et dont la surface de la base avait gauchi.

Nature de la fonte.

La fonte des coussinets doit être grise, sans soufflures, gouttes froides ou autres défauts du même genre. Son grain ne doit être ni trop gros et trop lâche, ni trop fin et trop serré.

Le gouvernement français, à l'instar du gouvernement belge, a admis pour les chemins de l'Etat les coussinets en fonte de première fusion aussi bien que ceux de seconde.

Les Compagnies des chemins de fer de Saint-

Germain, Versailles (rive droite et rive gauche) et Orléans, n'ont voulu accepter que de la fonte de seconde fusion.

Les hauts fourneaux qui produisent la fonte de première fusion étant sujets à de fréquentes variations dans leur marche, la fonte qui en provient change souvent de qualité. Il est difficile, par conséquent, d'en obtenir des coussinets d'une qualité constante, et l'on ne doit pas oublier qu'un seul coussinet de mauvaise qualité peut, en se brisant au passage d'une locomotive, occasionner un grave accident.

Si donc on admet la fonte de première fusion, il est très-important d'envoyer à l'usine un agent soigneux qui, constamment placé près du haut fourneau, oblige à suspendre la coulée des coussinets toutes les fois qne la nature du métal devient mauvaise ou médiocre.

Une surveillance aussi active n'est pas nécessaire pour les coulées en seconde fusion; mais il existe entre les fontes de première et de seconde fusion une différence de prix, telle, que nous n'hésiterions pas aujourd'hui à préférer les premières.

Poids des coussinets.

Les coussinets se payant au kilogramme, le cahier des charges doit en fixer le poids entre certaines limites inférieure et supérieure.

Quand ce poids est au-dessous de la limite inférieure, les coussinets peuvent être refusés. Si, au contraire, il dépasse la limite supérieure, on ne paye

pas l'excédant au fabricant. (Voir le cahier des charges de l'Etat dans les documents).

Il est très-important que le fabricant se soumette à cette condition, car il lui est facile d'augmenter le prix du coussinet sans s'écarter sensiblement de la forme prescrite. L'addition d'une légère quantité de fonte sur chacune des parties, quoique presque invisible, peut en modifier le poids d'une manière sensible.

Essais des coussinets.

On juge de la qualité des coussinets en en cassant un certain nombre pris au hasard dans une fourniture. Le gouvernement a prescrit avec raison des essais à faire sur la fonte dont ils sont fabriqués, car il est à craindre qu'on ne les coule avec des fontes à air chaud, qui, bien que d'une faible ténacité, présenteraient une cassure d'une couleur et d'un grain satisfaisants.

On pourrait encore apprécier la ténacité des coussinets en plaçant dans le coussinet un bout de rail et en enfonçant entre le rail et le coussinet, avec une machine dont la pression pourrait être mesurée, un coin jusqu'à ce que le coussinet se rompe.

Lorsqu'une certaine fraction de la fourniture, un septième, par exemple, est reconnue de mauvaise qualité, l'ingénieur doit avoir le droit de rejeter la fourniture entière, sans qu'il soit nécessaire de briser un plus grand nombre de coussinets, et le fabricant doit être passible d'une retenue fixée à l'avance à titre de dommages-intérêts.

Au chemin de la rive gauche, nous avons dû rejeter des livraisons entières, bien qu'elles nous eussent été faites à titre d'essai.

Pour les coussinets comme pour les rails, le constructeur du chemin doit exiger du fabricant une garantie d'une année. Il doit aussi se réserver la faculté de commettre un agent de son choix à la surveillance de la fabrication. Garantie.

Le cahier des charges pour les coussinets doit enfin contenir les mêmes articles relatifs au payement, aux lieux de livraison, etc., que celui des rails.

Les coussinets de seconde fusion des chemins de Saint-Germain, Versailles et Orléans, provenant pour la plupart de l'usine de Fourchambault, ont été payés de 30 à 34 francs les 100 kilogrammes rendus à Paris. Poids des coussinets.

Les dernières adjudications pour le compte du gouvernement ont eu lieu à raison de 23 francs les 100 kilogrammes de fonte de première fusion rendus sur les chantiers.

C. Du cahier des charges pour les chevillettes.

Le cahier des charges pour les chevillettes doit en fixer les dimensions et le poids.

On les fabrique avec des fers de seconde qualité et on les essaye en les employant à froid au marteau sous un angle de 45 degrés et les redres- Nature du fer pour les chevillettes.

sant ensuite. Elles ne doivent à cette épreuve ni se rompre ni se criquer.

Tête de la chevillette. La tête de la chevillette doit être fabriquée d'une seule pièce avec le corps. Si elle n'était que soudée, elle se détacherait sous les coups de masse ou au moment du passage des convois. Il est convenable, par conséquent, lors de la réception, d'essayer un certain nombre de chevillettes, en les frappant sur la tête ou en les soumettant par un moyen quelconque à un effort qui tende à détacher la tête du corps.

D. Du cahier des charges pour les coins en bois.

Modèle du coin. Il est très-important que tous les coins soient faits sur un modèle bien choisi ; ils doivent être assez gros et assez longs pour serrer fortement le rail dans le coussinet lorsqu'il est neuf, et assez longs pour être enfoncés davantage lorsqu'ils viennent à se dessécher. On doit, à la réception, en essayer un certain nombre, en les chassant entre le rail et le coussinet.

Nature du bois. Les coins doivent être fabriqués avec du bois sec, exempt, autant que possible, de nœuds ou autres défauts.

Débit du bois. Ils doivent être pris dans du bois de droit fil et compact. Des coins de bois poreux ou tendre se réduisent sous l'action de la sécheresse ; il devient nécessaire de les resserrer fréquemment. Ils s'écra-

sent sous les coups de chasse et durent peu de temps.

Il ne faut pas permettre que le bois pour la fabrication des coins soit débité à la scie, qui tranche les fibres. Il manquerait de consistance et le coin serait refoulé sous les coups de masse contre les bords du coussinet. Le bois pour les coins doit être fendu ; mais comme alors il n'a pas des dimensions assez régulières pour être passé au rabot, il est nécessaire de lui faire subir une opération préparatoire. On obtient de bons effets en forçant à coups de marteau le coin dans une matrice en acier, dont le bord tranchant lui donne une forme qui approche de celle qu'il doit avoir définitivement. On l'achève ensuite au rabot.

Les coins ainsi faits valent à Paris de 150 à 175 francs le mille.

Les coins sont fabriqués plus économiquement avec des machines.

CHAPITRE V.

DE LA POSE ET DE L'ENTRETIEN DE LA VOIE.

La pose de la voie est, parmi les opérations qu'exige la construction d'un chemin de fer, l'une des plus importantes, l'une de celles qui réclament le plus de soins. Une voie posée avec négligence donne lieu à des frais d'entretien considérables ; elle rend le mouvement des voitures fatigant pour les voyageurs, et peut même occasionner de graves accidents. Nous nous proposons d'indiquer dans ce chapitre les précautions qu'il est nécessaire de prendre pour exécuter la pose avec toute la perfection désirable.

Les chairs, coussinets ou sabots en fonte qui servent ordinairement à fixer le rail, sont généralement, en France, cloués au dé ou à la traverse, sur des chantiers spéciaux, avant qu'on commence la pose. On donne à cette opération, qui précède la pose, le nom de *sabottage.*

Des soins plus ou moins grands apportés dans le sabottage dépendent la solidité de l'assemblage du rail avec le dé ou la traverse, et l'inclinaison qu'on

lui donne toujours vers l'axe de la voie et qui doit être constante.

Sabottage.

La surface de roulement du rail étant ordinairement perpendiculaire à sa hauteur, et la base du coussinet n'ayant également aucune inclinaison propre, si ce n'est dans les changements de voie (voir les planches D_3, D_5 et D_6), il faut que le rail tienne son inclinaison de la traverse. C'est ordinairement en entaillant celle-ci que les ouvriers chargés du sabottage lui donnent la pente convenable.

Tracé des entailles pour les coussinets.

Le sabot ou coussinet est donc placé dans une entaille. On se sert, pour la tracer, du gabari représenté fig. n et n_2, pl. C_3.

Ce gabari, ainsi qu'on peut le voir en étudiant la planche C_3, se compose de deux bouts de rails fixés aux extrémités d'une barre de fer par des vis. La longueur de cette barre doit être calculée de manière à ce que l'écartement des bouts de rails soit bien exactement celui des rails opposés sur la voie, et la surface supérieure des bouts de rails doit être inclinée vers le milieu de la barre du même angle que les rails le sont vers l'axe de la voie.

Lorsqu'on veut se servir du gabari, un coussinet est fixé sur chaque bout de rail par un coin, comme le sont les coussinets aux rails sur le chemin. On le fait reposer sur la traverse à sabotter par les bases des coussinets que l'on place à des dis-

tances à peu près égales des extrémités de la traverse, et on trace les entailles. Puis le gabari est enlevé et l'ouvrier pratique l'entaille en lui donnant à la simple vue une inclinaison qui diffère peu de celle qui est exigée. Le gabari muni de ses coussinets est alors présenté de nouveau, et l'entaille retouchée jusqu'à ce que le coussinet pose bien sur le fond. L'ouvrier perce ensuite les trous des chevillettes en maintenant le gabari en place, il enfonce les chevillettes, enlève les coins et retire le gabari.

Pose des chevillettes.

Soins particuliers que nécessite le sabottage.

Ce travail est fait ordinairement à la tâche par deux ouvriers à la fois, un pour chaque entaille. Lorsqu'ils ne sont pas surveillés, il arrive fréquemment que, pour gagner du temps, ils ne retouchent pas l'entaille faite du premier coup, si le coussinet peut s'y loger sans trop de difficultés; alors, en enfonçant les chevillettes à grands coups de masse, ils font céder la barre d'entretoise du gabari, si elle n'est pas très-épaisse, ou, si elle résiste, ils décoincent et finissent d'enfoncer les chevillettes après avoir retiré le gabari. Les coussinets n'ont alors ni l'écartement ni l'inclinaison voulue. Il faut donc, avant de payer l'ouvrier, vérifier avec soin chacune des traverses sabottées ou au moins un grand nombre d'entre elles, et, pour éviter des retards, il faut placer les sabotteurs sous l'inspection d'un employé sévère.

Le gabari doit être solidement établi. La barre

d'entretoise doit être assez épaisse pour qu'il soit impossible aux ouvriers de la fausser, et les bouts de rails doivent être ajustés par de fortes vis bien taraudées, de manière à ce qu'il n'y ait aucun jeu.

Le gabari doit être vérifié, non-seulement lorsqu'on le reçoit des mains de l'ajusteur, mais encore et très-fréquemment dans le cours des opérations.

En Angleterre, sur quelques chemins que nous avons visités, on avait posé les traverses après y avoir pratiqué simplement les entailles. Puis on avait posé les coussinets, placé les rails et chevillé.

Pose des traverses avant le sabottage.

Ce mode est plus simple que celui que nous avons indiqué, et il permet de ne point placer toutes les traverses parfaitement d'équerre, comme il faut le faire lorsqu'elles sont sabottées à l'avance. Mais comme en retirant les modèles du sable, dans le moulage des coussinets, il se produit toujours des irrégularités dans la forme de ces pièces, et que d'ailleurs, par d'autres causes encore, les coussinets ne sont jamais tous parfaitement semblables, les rails, lorsqu'on procède de cette manière, n'occupant pas toujours exactement l'espace qui leur a été ménagé dans les coussinets, ceux-ci prennent des inclinaisons différentes, quoique les entailles aient été faites régulièrement.

Il est donc à présumer que la pose faite ainsi sera

moins régulière que si les traverses eussent été sabottées à l'avance. D'un autre côté, en pratiquant les entailles sur une grande quantité de traverses à la fois, sans présenter les coussinets, on peut employer des procédés mécaniques inapplicables dans l'autre cas, et réaliser ainsi de notables économies.

Quelque marche que l'on suive, du reste, il est rare que toutes les entailles soient régulières, et il en résulte de fâcheuses variations dans l'inclinaison des rails. Peut-être serait-il plus avantageux de donner l'inclinaison sur le fond du coussinet et de l'appliquer simplement sur la surface bien dressée de la traverse.

Prix du sabottage.

Le sabottage se fait à la journée ou à la tâche. Deux ouvriers habiles peuvent sabotter de 40 à 50 traverses par jour de dix heures. En les payant de 15 à 20 centimes par traverse sabottée, leur journée ressort à 4 francs.

Redressement des rails sur le chantier.

Les rails qui doivent servir à la pose définitive, soit qu'ils aient été livrés courbes par le fabricant, soit plutôt qu'ils aient servi aux travaux de terrassement, doivent être redressés avant d'être employés.

Cette opération précède donc la pose, ainsi que le sabottage. Elle se fait à chaud ou à froid avec des marteaux.

Sur le chemin de Versailles (rive gauche), elle s'est toujours faite à chaud; sur celui de Bâle à Stras-

bourg, au contraire, elle a eu lieu à froid. Nous pensons qu'il est utile de réchauffer les rails, mais en hiver seulement.

On substitue avec avantage au marteau, pour les rails, la machine représentée pl. B_6, fig. 16, et déjà citée page 169.

La direction et la hauteur des voies à poser sont toujours indiquées au moyen de piquets placés dans l'axe de chaque voie. Ces piquets doivent être plus rapprochés dans les courbes que dans les lignes droites. La surface de la tête du piquet doit être à la hauteur de la surface des rails. Pose de la voie.

Avant de poser les traverses, les poseurs doivent abaisser ou élever à la hauteur convenable et pilonner la partie de la couche de sable sur laquelle chacune d'elles doit être assise. La traverse étant ensuite posée, ils doivent la damer, mais il ne faut la frapper qu'avec certains ménagements, car le sol étant trop tassé se durcit au point que la traverse bondit à chaque coup de dame et que les chevillettes des coussinets se détachent. Soins qu'elle exige.

La traverse établie de cette manière sur le sol, et le rail étant placé dans les coussinets, on la relève au niveau convenable en bourrant en dessous du sable avec la pioche en bois, fig. 7, pl. C^1 et C^2. Il faut alors, ainsi que lorsqu'on pilonne le sable sous la traverse avant de la poser, faire en sorte que le terrain, sur une longueur de 40 centimètres environ à chaque extrémité de la traverse, soit

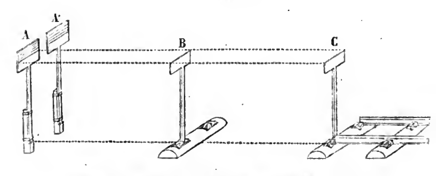
plus comprimé qu'au milieu. Si l'on négligeait de prendre cette précaution, la voie ne tarderait pas à perdre toute sa solidité.

Et, en effet, les convois pressent directement les extrémités, et indirectement seulement le milieu. En sorte que, si la résistance est égale sous toute la longueur de la traverse, le sol tassant sous ses extrémités, elle ne porte bientôt plus qu'en son milieu, et dès lors au passage de chaque roue d'un convoi elle fléchit, frappe le sol de ses extrémités, et se redresse en rejetant le sable qui la recouvre, de telle sorte que le mal s'aggrave promptement et que la voie perd toute sa stabilité.

Pour la pose de la voie, on se sert de nivelettes représentées série C, pl. 1, fig. 2, que l'on emploie de la manière suivante.

On plante dans le sol, en avant et dans l'aligne-

Fig. 18.



ment de chacun des rails, un piquet ferré que l'on enfonce jusqu'à ce que la saillie qu'il porte à sa

partie inférieure soit au niveau du piquet de hauteur placé dans le milieu de la voie dont il a été question ci-dessus, c'est-à-dire à la hauteur que doit avoir la surface des rails.

Sur cette saillie on pose deux nivelettes A, A' que l'on attache verticalement au piquet.

Ces nivelettes ont leur planchette peinte en deux couleurs : la partie inférieure en blanc, la partie supérieure en rouge ou en noir.

Les ouvriers ont entre les mains deux autres nivelettes dont la planchette est d'une seule couleur; la hauteur de l'une C est égale à celle de la nivelette A depuis son pied jusqu'au sommet de la partie blanche, la hauteur de l'autre B égale à celle de C augmentée de la hauteur du rail. Pour continuer la voie, le chef ouvrier prend la nivelette C et la pose sur l'extrémité du dernier rail de la portion déjà établie. Il fait placer une traverse de joint à la distance de un rail, et en règle la hauteur au moyen de la nivelette B que tient un de ses ouvriers sur le fond du coussinet : l'alignement est donné au moyen d'un cordeau. On pose ensuite les traverses intermédiaires au moyen d'une règle en sapin qui doit en général avoir la longueur et la hauteur du rail, puis on les dame, on place les rails dans les coussinets et on chasse les coins.

Plusieurs rails étant ainsi placés et provisoirement *coincés*, on vérifie la direction de la voie, et si elle ne paraît pas bien régulière, on la rectifie en

Dressement de la voie.

poussant les traverses à droite ou à gauche de l'axe dans le plan du chemin avec les pinces, puis on régularise la hauteur des traverses et on les assujettit définitivement en bourrant de nouveau le sable au moyen des pilons et des pioches à bourrer.

Distance entre les abouts des rails.

Les poseurs se servent, pour mesurer l'écartement qu'ils doivent laisser entre les extrémités des rails, d'une plaque plus ou moins épaisse. Cet écartement doit être en hiver de 4 millimètres, et en été de 2 millimètres.

Ensablement entre les traverses.

Les rails étant définitivement posés, on termine l'ensablement de telle façon que le sable soit en assez grande quantité pour que les traverses en soient entièrement couvertes, et que la couche soit bombée au milieu des voies et dans l'entre-voie. Cette nouvelle couche de sable empêche les traverses de se pourrir par les alternatives de sécheresse et d'humidité, et conserve à la couche inférieure une humidité qui lui donne la consistance nécessaire. La portion convexe qui paraît superflue est bientôt employée par l'entretien.

Nous ne saurions trop insister sur la nécessité de bien ensabler le chemin de fer. Car c'est un moyen, non-seulement d'en diminuer les frais d'entretien, mais encore de rendre les accidents moins fréquents et moins graves.

Si dans les courbes la voie est mal ensablée, les traverses se déplacent latéralement, et il peut en résulter des déraillements qui sont d'autant plus

dangereux que l'ensablement est moins parfait, car le sable est le meilleur obstacle que l'on puisse opposer au mouvement des roues lorsqu'une machine ou un waggon est sorti de la voie. Il arrête graduellement, sans secousse et par conséquent sans danger. Si la couche de sable n'est pas suffisamment épaisse, les roues de la machine ou du waggon déraillé rencontrent les traverses et sont bientôt brisées par le choc.

Lorsqu'on pose la voie dans les courbes, on élève le rail extérieur de chacune des voies au-dessus du niveau du rail intérieur, afin de contre-balancer l'action de la force centrifuge. La différence qu'il faut établir alors entre la hauteur du rail extérieur et celui intérieur dépend du rayon de la courbe et de la vitesse ordinaire des convois. Elle doit être, sur le chemin à grande vitesse, d'environ 2 centimètres pour les courbes de 1,200 à 1,500 mètres de rayon.

Sur remblai, il convient de tenir le rail, du côté du talus, un peu plus élevé que celui du côté de l'entre-voie, car les remblais tassent toujours davantage de ce côté; et sans cette précaution, il faudrait relever plus fréquemment la voie.

Lorsque, dans l'un des deux cas que nous venons d'indiquer, on pose les rails à des hauteurs différentes, c'est toujours le rail le plus bas qui doit être posé à la hauteur indiquée par le nivellement général du chemin.

Pose sur les ouvrages d'art.

La pose sur les ouvrages d'art doit être étudiée avec soin. Il importe surtout d'interposer une couche de sable d'une épaisseur convenable entre la voie et la maçonnerie, afin de s'opposer aux effets des vibrations.

Il faut également placer une couche de sable sur les ponts ou estacades en charpente. Cette masse inerte donne à ce genre d'ouvrages une stabilité qui lui manque, et facilite le redressement de la voie.

Sur certains ponts en bois où l'on avait fixé directement les rails au tablier, la voie, en se dérangeant par suite du jeu inévitable du bois, est devenue très-mauvaise; les coussinets et les assemblages des rails ont pris du jeu, et les réparations sont devenues très-difficiles.

La présence du sable sur les ouvrages en charpente a aussi l'avantage de les préserver de l'incendie que pourrait occasionner la chute des particules de combustible des machines locomotives, surtout pendant les grandes chaleurs de l'été.

Sur le chemin de Bâle à Strasbourg, on a remplacé, sur quelques ouvrages d'art, les rails par des barres de fer carrées vissées à des longrines. La pression des convois se trouvant alors répartie sur une trop petite surface, le bois se mâche sous le rail; et comme il est d'ailleurs exposé aux alternatives de sécheresse et d'humidité, il perd bientôt sa consistance, les vis sur lesquelles passent les roues ne tardent pas à prendre du jeu, et il faut les

remplacer par des boulons. Il vaudrait mieux, dans ce cas, employer, comme on l'a fait au chemin de Rouen, des rails évidés dans le système Brunel.

La pose se fait à la journée ou à la tâche par des brigades de poseurs composées ordinairement chacune de huit hommes, dont un chef poseur et sept poseurs. Pose faite à la journée ou à la tâche.

Lorsque la pose est donnée à la tâche, il est à craindre qu'elle ne soit pas exécutée avec tout le soin nécessaire, et comme ce sont ordinairement de simples ouvriers insolvables qui l'entreprennent, on ne peut se garantir de leur négligence en les chargeant de l'entretien. La voie se dérangeant d'ailleurs, surtout en remblai, par des causes indépendantes du plus ou moins de perfection de la pose, et qu'il est impossible de toujours bien apprécier, on ne saurait stipuler convenablement dans les marchés les conditions de l'entretien.

Hâtons-nous de dire cependant que, malgré les inconvénients réels du mode d'exécution de la pose à la tâche, il est ordinairement préféré. Il importe seulement de soumettre alors les poseurs à la surveillance la plus sévère.

Le prix de la pose varie suivant les localités. Prix de la pose.

Sur le chemin de Versailles (rive gauche), les chefs poseurs étant payés à raison de 4 francs par jour et les ouvriers poseurs à raison de 3 francs, on payait la pose à la tâche 75 centimes le mètre courant de simple voie, y compris le *coltinage* des rails

et des traverses du chantier sur la voie, ce coltinage ayant lieu sur des waggons poussés par des hommes à des distances de 500 à 600 mètres.

Sur le chemin de Bâle à Strasbourg, les chefs poseurs étant payés 3 francs et les poseurs 2 francs, la pose était marchandée à raison de 42 centimes le mètre courant de simple voie ; les traverses étaient alors approvisionnées ainsi que les rails sur la voie ; le régalage du sable était payé séparément.

Sur le chemin de Lille à la frontière belge, les chefs poseurs étant payés 4 francs, le sous-chef 3 francs et les aides 2 fr. 50 c., la pose par mètre courant est revenue à 44 centimes. (Voir les Documents.)

On compte qu'une brigade de poseurs, bien approvisionnée de rails et de traverses, doit poser 50 mètres courants de simple voie par journée de dix heures.

Il convient de ne pas comprendre le régalage du sable dans les marchés faits avec les poseurs, parce qu'il ne faut en étendre sur le sol que la quantité strictement nécessaire pour porter les traverses, le complément devant être, ainsi que déjà nous l'avons fait observer, page 82, amené dans des waggons.

On trouvera dans les Documents la note des outils nécessaires à une brigade de poseurs, et le prix de ces outils.

Pose de la voie sur le chemin de Douvres, dans un nouveau système.

En Angleterre, sur le chemin de Londres à Douvres, l'ingénieur, M. Cubitt, s'est écarté de la marche ordinaire que nous venons de décrire. Nous



empruntons à l'article déjà cité de M. Manby, inséré dans le *Journal des chemins de fer*, la description de la méthode qu'il a adoptée.

« Contrairement aux usages généralement suivis jusqu'ici, M. W. Cubitt a adopté pour le chemin de Douvres des traverses de forme triangulaire, débitées par le moyen de deux coups de scie en diagonale, dans des poutres de sapin du Nord, de 30 à 35 centimètres carrés.

« Ces traverses sont placées avec l'angle en bas (fig. 19, p. 197), ce qui leur donne autant de base ou d'assiette qu'à des traverses de forme rectangulaire qui contiendraient deux fois autant de bois, et permet de refouler le balast avec beaucoup de précision, et de maintenir le nivellement de la voie sans exiger aucun relèvement ou déplacement quelconque.

« Sur le chemin de Douvres, les poutres employées en premier lieu n'étant qu'ébauchées à la hache, M. W. Cubitt fit redresser et dégauchir les places qui devaient recevoir les coussinets. Cette opération se faisant à la main, les traverses ainsi préparées n'étaient reçues qu'autant que deux règles, frottées d'ocre et retenues fermement à l'écartement des rails parallèles, posaient partout, et accusaient par les traces qu'elles laissaient après elles qu'il y avait contact parfait, et que l'exactitude demandée était obtenue.

« Les traverses une fois dressées, et percées à

l'avance d'un seul trou, on les place sur le terrain où le chair est posé, et la cheville correspondante au trou est enfoncée. On place alors le rail dans le chair, et la traverse ayant été définitivement placée, on chasse d'une manière permanente le coin de chaque coussinet. (Ce coin, en bois de sapin, est comprimé dans des moules spéciaux et préparés à la vapeur comme les chevilles; seulement, la compression est limitée à 20 pour 100.)

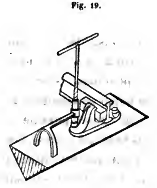
« Par le fait de l'opération que nous venons de décrire, l'un des rails qui doivent composer la voie se trouve placé d'une manière définitive, et le coussinet est ramené par l'action du coin à la position dans laquelle sa portée contre le rail se trouve parfaite. Alors seulement on perce le second trou, qui sert à placer la cheville qui doit fixer la seconde patte du coussinet.

« L'opération du percement des trous se fait de la manière suivante :

« Un porte-outil à trois pieds, reposant sur la traverse (fig. 19) et consistant en un tube dont l'extrémité s'ajuste parfaitement dans le trou du coussinet, et dont le diamètre est d'environ 4 millimètres inférieur à celui de la cheville, est introduit dans le trou du chair. L'outil en place, on fait agir la tarière et l'on perce dans le bois de la traverse un trou qui est nécessairement vertical et concentrique avec celui du chair, et dont le diamètre est, ainsi que nous l'avons dit pour la dimension du tube,

de 4 millimètres plus petit que le diamètre de la cheville qu'il doit recevoir. Dans le cas du cous-

Fig. 19.



sinet de joint, on met deux chevilles intérieures au lieu d'une.

« Pour la pose du second rail, on pose les coussinets à peu près à leur place sur les traverses, on passe les rails dedans, et l'on frappe les coins ; puis, pour fixer d'une manière régulière la position du rail, on se sert d'un crampon d'écartement qui enserre le rail entre chaque coussinet.

« La position du rail étant ainsi déterminée d'une manière précise, on perce les trous pour le second coussinet avec le porte-outil, de la même manière qu'on a percé précédemment le second trou du premier. »

Réception de la voie par l'ingénieur.

L'ingénieur qui reçoit la voie doit s'assurer que les pentes ont été rigoureusement observées et que les courbes ont été bien tracées.

Que les traverses sont dans les lignes droites perpendiculaires et dans les courbes normales à l'axe de la voie.

Qu'elles sont espacées convenablement.

Que la largeur de la voie est partout constante.

Que l'inclinaison des rails est également constante.

Que l'espace laissé entre les extrémités des rails n'est ni trop grand ni trop petit.

Que, dans les lignes droites, les surfaces de roulement des rails, des deux côtés de l'axe de la voie, sont bien exactement au même niveau.

Que, dans les courbes, les rails de la courbe extérieure sont plus élevés de la hauteur qu'exigent le rayon de la courbe et la vitesse des convois.

Que les coins serrent bien le rail et ne pénètrent pas trop avant dans le coussinet, en sorte qu'on puisse les enfoncer davantage lorsqu'ils viendront à se dessécher.

Que les chevillettes ne se sont pas détachées lorsqu'on a damé les traverses.

Que l'ensablement est suffisant.

Entretien du chemin et fonctions des cantonniers et gardes-voies.

L'entretien des voies d'un chemin de fer est confié à des brigades de cantonniers, qui, pour travailler convenablement, doivent être réunis plusieurs ensemble. Ces brigades, composées chacune d'un chef ouvrier et de quatre hommes pris exclusivement parmi les poseurs, redressent, nivellent la voie, et sont chargés de tous les travaux de réparation qu'elle peut exiger.

Ce sont les *gardes-voies* qui, placés de distance en distance pour la police du chemin, examinent après le passage de chaque convoi si aucune partie de la voie n'a été brisée ou dérangée. Ces mêmes hommes serrent les coins qui, par une cause quelconque, auraient pris du jeu. (Voir dans les Documents l'extrait du règlement général d'exploitation du chemin de fer de Strasbourg à Bâle.)

Le nombre des gardes-voies varie selon le tracé du chemin et le nombre des passages de niveau dont la surveillance leur est confiée.

Quant au nombre des cantonniers, il peut, sur les chemins où se présentent de grands mouvements de terrain, être considérable, surtout au commencement de l'exploitation; toutefois, si les travaux ont été faits avec tout le soin nécessaire, et si la voie est bien ensablée, il se réduit après un certain laps de temps à un ou deux hommes au plus par kilomètre.

Sur le chemin de Bâle à Strasbourg, où à la vérité les courbes sont peu nombreuses et de grand rayon et les remblais de petite hauteur, la circulation journalière étant de cinq convois dans chaque direction, on n'emploie aujourd'hui, dix-huit mois après l'ouverture, qu'un seul poseur par kilomètre.

Sur le chemin de Versailles (rive gauche), en 1843, les remblais d'une très-grande hauteur n'ayant encore subi qu'incomplétement les effets du tassement, la voie étant médiocrement ensablée, les courbes nombreuses et certaines parties de la ligne,

telles que celles posées sur les estacades en charpente, exigeant un entretien spécial, les convois passant sur les rails d'heure en heure les jours de la semaine et de demi-heure en demi-heure les dimanches, le nombre des poseurs est de deux par kilomètre.

Soins à prendre pour l'entretien de la voie.

La voie d'un chemin de fer ne doit pas être un seul instant négligée. Les moindres déformations sont très-nuisibles au matériel, et s'accroissent promptement si on n'y remédie immédiatement.

La voie doit être réparée, surtout avant l'époque des grandes sécheresses et avant celle des gelées.

Lorsqu'on répare pendant les sécheresses, on détruit, en dérangeant le sable, la faible quantité d'humidité qui restait dans la couche inférieure. Le sable perd alors sa cohésion, et il fuit sous les traverses.

Pendant les gelées, le terrain de la voie durcissant, les réparations deviennent impossibles, et le matériel, si la voie n'est pas parfaitement dressée, reçoit des chocs qui lui sont plus nuisibles dans les grands froids qu'en tout autre temps; ou, si la gelée n'est pas assez forte pour s'opposer à toute espèce de travail, il arrive que le sable que l'on introduit sous les traverses étant gelé, perd toute sa consistance lorsque le dégel survient, et que la voie cesse d'être en bon état.

Les remblais tassant inégalement, il est très-important d'examiner souvent si, dans les parties

courbes, la différence de hauteur entre les rails de la courbe extérieure et ceux de la courbe intérieure est constante. Il serait très-dangereux que les rails de la courbe extérieure vinssent, par suite de tassements, à se trouver moins élevés que ceux de la courbe intérieure, au lieu de l'être davantage.

Approvisionnement du sable.

Comme dans les premières années d'exploitation d'un chemin de fer les traverses doivent être fréquemment relevées, il ne faut pas négliger d'approvisionner des quantités suffisantes de sable en plusieurs points de la ligne.

Il faut aussi déposer sur la voie des rails et des traverses; mais, autant que possible, ces objets doivent être renfermés, moins pour les mettre hors de la portée des voleurs que parce qu'ils deviennent quelquefois de dangereux instruments entre les mains des malveillants.

Ainsi, sur le chemin de Versailles (rive gauche), et sur celui de Bâle à Strasbourg, on a trouvé des traverses munies de leurs coussinets placées avec intention en travers des rails, un instant après que le garde-voie avait fait sa tournée, et lorsqu'un nouveau convoi était sur le point de passer.

Loi à faire pour prévenir les effets de la malveillance sur les chemins de fer.

Remarquons à cette occasion qu'il n'existe encore en France aucune loi spéciale pour la répression de ces crimes qui exposent à de graves dangers la vie d'un grand nombre de personnes. Ce genre de délits, plus fréquent qu'on ne le suppose, n'entraîne pour les coupables que la condamnation à des

peines insignifiantes. Dans un moment où le gouvernement paraît préoccupé des moyens de prévenir les accidents sur les chemins de fer, il serait urgent qu'il remplît cette lacune dans notre législation.

Précaution importante à prendre lorsqu'on relève la voie.

Nous terminerons ces notes concernant l'entretien de la voie par l'indication d'une précaution à prendre lorsqu'on relève la voie, qui, bien que paraissant peut-être minutieuse, n'en a pas moins de l'importance dans la pratique. Les piocheurs, lorsqu'ils relèvent la voie, ont l'habitude de ne piocher que la partie voisine de la traverse à relever, en sorte qu'entre deux traverses relevées il reste une partie de sable qui n'a pas été remuée. Cette portion de la chaussée, se trouvant alors plus dense que celle qui vient d'être réparée, l'eau, s'il survient de la pluie, se porte sous la traverse et lui enlève toute sa stabilité. Il faut donc exiger des ouvriers que, lorsqu'ils ont relevé une traverse, non-seulement ils remuent le sable des deux côtés, mais encore qu'ils piochent la partie restant au milieu.

CHAPITRE VI.

DES CHANGEMENTS DE VOIE, PLAQUES TOURNANTES ET AUTRES APPAREILS DU MÊME GENRE.

§ 1. Changement de voie.

Un changement de voie est composé de deux parties distinctes : 1° *les aiguilles*, partie mobile placée à la bifurcation de voies et destinée par son mouvement à diriger les convois sur l'une ou l'autre ramification; 2° *le croisement de voie*, qui se place à l'endroit où les rails se coupent et sont interrompus pour laisser passer les rebords saillants des roues. Cette dernière partie est ordinairement fixe ; cependant on l'a faite quelquefois mobile.

Avantages et inconvénients respectifs des différents changements de voie.

Les différents systèmes de changements de voie peuvent être classés dans trois catégories distinctes, selon le mode d'action des aiguilles :

1° Ceux dont les aiguilles sont formées par des portions de voie qui se déplacent, comme fig. 3, pl. 4, série D.

2° Ceux dans lesquels toutes les parties de la voie sont fixes, les aiguilles faisant office de contre-rails qui dirigent le convoi, comme pl. 1, série D.

3° Les changements de voie disposés de telle

façon que les machines ou waggons ne passent jamais que sur un seul rail mobile, comme celui pl. 6, série D, ou comme les changements de voie pour terrassement.

Changements à rails mobiles de la 1re espèce.

Les changements de voie dont les aiguilles sont formées par des portions de voie qui se déplacent sont ceux qui offrent le moins de résistance au passage des convois, en permettant la déviation la moins brusque. Ils remplissent surtout cette dernière condition lorsque l'on donne aux aiguilles une très-grande longueur.

Mais ils sont fort dangereux en ce que, si les aiguilles sont mal placées lorsqu'un convoi vient d'une des voies de bifurcation pour passer sur une voie simple, il sort infailliblement de la voie. Cet accident, quand la vitesse est faible, n'endommage que légèrement la machine et le convoi, mais il interrompt toujours le service et brise souvent les tiges de réunion des aiguilles.

Changements à contre-rails.

Les changements de voie avec aiguilles formant contre-rail sont, comme nous l'avons dit, moins doux que les autres, aussi doit-on toujours ralentir la marche des convois lorsqu'on s'en sert pour changer de voie ; mais ils sont beaucoup plus sûrs que les précédents, car dans ce système les convois, quel que soit le sens dans lequel ils marchent, ne sont jamais exposés à dérailler, pourvu, toutefois, comme nous le verrons plus loin, que la vitesse ne soit pas excessive, et que le changement de voie

soit judicieusement placé; ils ne peuvent que prendre une voie différente de celle qu'ils devaient suivre, ou passer par-dessus les aiguilles, ce qui donne à la machine et aux voitures une simple secousse qui est sans aucun danger.

Ajoutons que, bien que ces croisements produisent une déviation plus brusque que les autres, on peut, en les traçant convenablement et en employant des aiguilles d'une longueur suffisante, les rendre d'un passage très-facile.

On a proposé d'employer les changements à rails mobiles sur les parties de la voie où les convois marchent à grande vitesse, et ceux à contre-rails dans les gares où les mouvements, dans différents sens, étant très-fréquents, les aiguilleurs sont plus sujets à se tromper; mais nous ne croyons pas que cette pensée doive prévaloir.

Il faut, lorsqu'on construit un chemin de fer, s'appliquer surtout à diminuer les causes d'accidents: c'est là un des buts principaux que l'on doive se proposer, celui qu'il importe de ne jamais perdre de vue; car les accidents, s'ils ne compromettent pas la vie des voyageurs, détériorent toujours le matériel, interrompent le service, et donnent lieu à des dépenses plus importantes qu'on ne le suppose ordinairement.

Nous pensons donc, eu égard à ces considérations, que les changements à rails mobiles ne sauraient convenir sur un chemin à grande vitesse que

dans certains cas très-particuliers, que nous indiquerons plus loin. Ils perdent même le seul avantage qu'ils possèdent sur les changements à contre-rails, celui de permettre une déviation moins brusque, lorsqu'on a le soin de placer les aiguilles de manière que les convois en marche, suivant toujours une même direction, ne soient jamais exposés à prendre la voie oblique.

Observons enfin que les convois, passant dans une voie oblique au moyen d'un changement de voie, doivent toujours marcher lentement, et que, par conséquent, la résistance qu'ils éprouvent, bien que plus sensible dans le changement à contre-rails, n'est jamais très-forte.

Le changement de voie de la première espèce a été employé avec avantage sur le chemin de Saint-Germain, à l'embranchement de ce chemin sur celui de Versailles (rive droite), afin de pouvoir passer à grande vitesse d'une ligne sur l'autre. On a dans ce cas rendu la déviation très-douce, en donnant aux aiguilles une longueur de 9 mètres. Il y aurait lieu à étudier, en pareilles circonstances, un appareil remplissant le même but, sans exposer les voyageurs aux mêmes dangers.

Nous reviendrons plus loin sur la disposition de ce changement de voie.

Lorsqu'une voie unique se ramifie en trois voies ou en un plus grand nombre, le changement de la première espèce est le seul applicable.

En Belgique on réunit souvent de cette manière plusieurs voies en une seule. Ce système a quelques avantages dont nous parlerons plus loin. Nous conseillerions toutefois de l'éviter autant que possible, surtout sur les chemins servant au transport des voyageurs.

Changement de la troisième espèce.

Le changement de voie de la troisième espèce est le plus anciennement employé; il avait été abandonné, pour la voie définitive du moins, parce que les machines ou waggons, pressant latéralement l'une des aiguilles en passant dans la voie oblique, ne tardent pas à la courber et la rendent ainsi impropre au service.

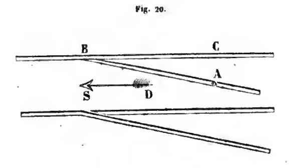
Tout récemment, cependant, il a été préféré au changement à contre-rails sur des lignes importantes (chemin de Rouen, chemin d'Orléans); mais on a donné plus de solidité à l'aiguille de la voie oblique en l'appuyant sur une grande longueur contre le rail et en la soutenant par des tasseaux.

Il est le plus simple de tous, il n'est pas dangereux comme ceux de la première classe et jouit exclusivement de la propriété de pouvoir être manœuvré par le convoi lui-même et sans le secours d'un aiguilleur, dans certains cas particuliers et lorsqu'il est convenablement disposé. (Voir la légende de la pl. D_a.)

Ce changement de voies, malgré les avantages qu'il semble présenter au premier abord, n'est pas à l'abri de toute critique.

Lorsqu'on emploie celui représenté pl. D, avec une seule aiguille mobile, le contre-poids fait presser l'aiguille contre le rail de la voie principale, en sorte que la voie oblique est ordinairement ouverte. Les convois marchant toujours, dans une même direction, sur le chemin à deux voies, et le changement de voies devant être placé de manière que l'ouverture de l'angle aigu ABC, fig. 20, formé par l'aiguille avec le rail, soit opposée à cette direction DS ;

Fig. 20.



le bourrelet des roues pénétrant dans l'angle ABC écarte l'aiguille pour passer et le contre-poids le ramène de sa première position immédiatement après le passage du convoi. Mais si un dérangement quelconque dans l'appareil, un obstacle placé accidentellement ou par la malveillance du côté de l'aiguille, empêche cette aiguille de se mouvoir librement, il peut en résulter un déraillement. Il faut donc, si l'on ne veut employer un homme spé-

cial pour la manœuvrer, exiger des surveillants qu'ils s'assurent souvent qu'elle est en état de fonctionner.

Remarquons aussi que les machines dans le service des gares ne marchant pas comme les convois toujours dans la même direction sur une même voie, il devient indispensable de déplacer l'aiguille à la main lorsqu'elles circulent dans la direction SD inverse de celle DS. A la vérité le chauffeur peut, en descendant du tender, faire cette manœuvre.

La pointe fixe du changement de voie, pl. D_6, plus encore que l'aiguille, s'altère promptement; sa distance au rail voisin devenant alors trop grande, les roues tombent dans le sable. On a, pour éviter ce genre d'accident, remplacé, aux chemins de Rouen et d'Orléans, cette pointe par une seconde aiguille mobile qui, s'appliquant contre le rail pour le service de la voie rectiligne, résiste mieux et ne laisse aucune lacune dans les rails; dans ce cas, ce n'est plus la voie oblique que le contre-poids maintient ouverte; les convois circulent sur la voie rectiligne sans que leurs roues aient à déplacer les aiguilles, et comme ils passent nécessairement sur l'une ou l'autre aiguille, il est à craindre que, par suite de l'action des roues et à cause de leur grande hauteur, elles ne viennent bientôt à s'ébranler et à se déverser. La pointe de ces aiguilles peut aussi se courber et faire ainsi dévier les machines marchant dans la direction SD.

On peut en employant le changement à une seule aiguille maintenir, comme avec celui à deux aiguilles, la voie principale ouverte; mais le service de la voie oblique ne devient alors possible qu'en déplaçant l'aiguille.

Terminant ici l'exposé des avantages ou inconvénients généraux des différentes espèces de changements de voie, nous allons, en commençant par les changements de voie destinés aux terrassements, examiner en détail quelques-uns de ceux employés sur les différents chemins de fer.

Changement de voie pour terrassements.

On a représenté, pl. J_3, un système d'aiguilles et de croisement pour terrassement dont on a fait assez souvent usage en Angleterre. Il se compose de barres de fer carrées, fixées sur des plateaux en bois par des vis.

Les courbes de ce changement de voie, tel qu'il a été tracé, sont trop courtes pour le passage des machines et même pour celui des waggons marchant à grande vitesse ; on ne peut l'employer, par conséquent, que sur des chemins où le service se fait exclusivement avec des chevaux, et il conviendrait alors, pour en tirer le meilleur parti possible, d'augmenter la courbure des contre-rails du croisement, et de garnir d'une plate-bande de fer posée sur son plat la pièce de bois qui en fait fonction.

D'autres changements de voie représentés pl. J_4, ont été établis sur le chemin de Saint-Germain. Nous nous en sommes servis sur le chemin de la

rive gauche, ainsi que des précédents; mais ce sont ces derniers qui nous ont donné les meilleurs résultats. Le passage, lorsqu'ils sont bien tracés, en est fort doux.

Ils sont simples de construction et parfaitement solides.

Ils présentent en outre un avantage qui, dans les appareils de ce genre, n'est pas sans importance, c'est que chacune des pièces du jeu d'aiguilles ou du croisement a la longueur nécessaire pour qu'on puisse la poser sans couper des rails de la voie principale. On remplit cette condition en donnant à l'aiguille de la voie principale, y compris son talon, une longueur égale à celle d'un rail; à la voie de déviation cette longueur, plus la différence nécessaire pour compenser l'obliquité, et enfin au croisement la même longueur qu'à l'aiguille de la voie principale. La tête de l'aiguille, dans ces changements de voie, fatiguant beaucoup, doit être solidement fixée au moyen d'un très-fort boulon. Il faut aussi, pour le croisement, faire la pointe moins aiguë qu'elle n'est indiquée, et donner aux contre-rails une courbure qui les rapproche plus promptement de la pointe fixe.

Quant au mode de construction du croisement, le meilleur consiste à le composer de deux pièces de bois séparées par un joint vertical et boulonnées ensemble.

Enfin il convient, pour diminuer la longueur du

changement et pour l'adoucir, de tracer la voie de déviation avec une double courbure et non en ligne droite, comme le dessin l'indique.

Sur quelques chemins, on a employé des changements de voie dont les aiguilles étaient fixées sur une plaque en fonte, les parties fixes étant venues sur la plaque. Les croisements étaient d'une seule pièce en fonte. (Voir pl. J_4, fig. 1, 2, 3, 4, 5, 6.)

Avec ces changements de voie très-simples d'ailleurs, on est forcé de dévier brusquement, à moins de donner aux plaques de très-grandes dimensions qui les rendraient trop coûteuses. On ne doit donc les employer, comme ceux décrits en premier lieu, que lorsque les transports ont lieu avec des chevaux.

On en fait assez fréquemment usage dans l'intérieur des mines ou dans le voisinage des puits.

Sur le chemin de Bristol, où les terrassements ont été exécutés avec le rail dit américain, on s'est servi, même sur des parties parcourues par des locomotives, d'un changement représenté pl. J_4, fig. 7 et suiv. (Voir la légende.) Cette disposition, qui est extrêmement simple et n'exige aucun matériel spécial, nous paraît sous tous les rapports digne d'éloges.

Changements de voie définitifs.

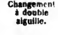
Il nous reste maintenant à parler des changements de voie définitifs.

Nous examinerons d'abord les différents systèmes de jeux d'aiguilles en suivant l'ordre dans lequel nous les avons précédemment classés; quant aux

croisements, comme leur disposition est indépendante de celle des aiguilles et que chaque croisement peut être employé avec tous les jeux d'aiguilles, nous en traiterons séparément ainsi que des appareils qui servent à la manœuvre des aiguilles.



Les aiguilles des changements de voie à rails mobiles ont d'abord été formées d'un seul rail ou d'une seule barre de fer carrée (pl. D_4, fig. 3 et 4); mais on ne tarda pas à reconnaître que ces aiguilles n'étaient pas assez solides pour résister à la pression latérale des convois passant dans la voie oblique, et que le boulon autour duquel s'opérait le mouvement se dérangeait sous la pression des roues qui passaient dessus.



On chercha à remédier à ces inconvénients en substituant à l'aiguille simple une double aiguille, comme on le voit dans le changement fig. 1, pl. D_{10}.

Le boulon de rotation de l'aiguille est alors placé sur l'extrémité opposée à celle où il se trouve dans le système précédent, entre les deux rails qui composent chaque aiguille; dans cette position les roues cessent de le toucher, et la tête de l'aiguille, formée par le coussinet en fonte auquel sont boulonnés les deux rails, est beaucoup plus solide. L'aiguille elle-même est plus résistante, et comme l'un des deux rails qui forment chaque aiguille sert pour la voie rectiligne, et l'autre pour la voie oblique, on courbe légèrement ce dernier de manière à rendre

la déviation plus douce encore qu'avec les changements à aiguille simple.

Il ne suffit pas dans ce changement de voie que les deux rails d'une même aiguille soient entretoisés, les aiguilles elles-mêmes doivent être réunies de manière que toute flexion soit impossible.

On voit, pl. D_{10}, que les traverses qui supportent les aiguilles ne sont pas reliées les unes aux autres, c'est un vice de l'appareil qu'il faut éviter; il serait préférable de former avec des longrines un châssis très-solide et de forme invariable.

Changement pour trois voies. La pl. D_{10} représente un système d'aiguilles à rail mobile employé en Belgique. L'aiguille est formée d'une bande de fer carrée fixée à une plaque de tôle, qui lui donne une très-grande résistance dans le sens transversal; cette aiguille simple était la seule qui convînt pour une ramification à trois branches.

L'emploi de ces changements de voie triples a l'avantage de diminuer le nombre des embranchements, de rendre les manœuvres plus faciles, et de réduire beaucoup l'espace occupé dans une gare par les changements de voie. D'un autre côté, il expose plus que tout autre aux risques de déraillement que nous avons déjà signalés.

Sur le chemin de Lille à la frontière belge, on s'en est servi dans les travaux de terrassement.

Nous conseillons, dans le cas où l'on en ferait

usage, d'augmenter le nombre des traverses, indiqué dans le dessin, sous les aiguilles.

Dans les changements de voie avec aiguilles, formant contre-rail, le convoi s'engage par le bourrelet des roues, dans une rainure comprise entre l'aiguille et le rail voisin. C'est de cette manière que l'aiguille le dirige. Changement de voie à contre-rails.

Si donc nous nous reportons au dessin du jeu d'aiguilles représenté pl. D_1, nous remarquons que le convoi, venant par la voie AA, passe sur les rails SS', parce que le rebord de la roue de droite étant engagé entre l'aiguille D et le rail S', la roue de gauche, qui est solidaire, passera sur le rail S. On voit ainsi que l'écartement entre le rail S' et la pointe du rail S doit être calculé sur l'écartement du bourrelet des roues, et qu'il faut, dans cette partie du changement de voie, une grande précision.

Nous avons dit que ce croisement présentait sur les précédents ce grand avantage, que les aiguilles étant mal placées, le convoi ne sortait jamais de la voie, si ce n'est dans certains cas particuliers fort rares. Supposons, en effet, les aiguilles dans la position indiquée fig. 1. Représentons-nous un convoi arrivant par la voie RR', la roue de droite ne rencontrant aucun obstacle suit son chemin; la roue de gauche rencontre en g l'extrémité de l'aiguille; mais comme celle-ci est taillée en biseau, le rebord monte sur ce biseau ou plan incliné; la

voiture roule sur l'aiguille même jusque vers le joint, puis retombe entre l'aiguille et le rail A. C'est alors que les voyageurs ressentent une légère secousse.

Ce ne serait qu'autant que le convoi arriverait par la voie oblique avec une grande vitesse, et qu'il rencontrerait une aiguille mal placée, que, par suite de l'action de la force centrifuge lorsque les deux voies seraient courbes, il pourrait, au moment où il passe sur cette aiguille, être jeté hors de la voie en franchissant, sans que le rebord de la roue s'y engageât à cause de sa grande vitesse, l'espace compris entre l'aiguille et le rail dont la direction est oblique à son mouvement. Aussi place-t-on les changements de voie de manière que la réunion de la voie de déviation avec la voie principale se fasse dans le sens de la marche des trains, et si alors ils sont sur des lignes droites, ils ne présentent aucun danger et on peut passer à grande vitesse. Il convient donc d'éviter, autant que possible, de poser ces changements de voie dans des courbes.

Nous avons vu fréquemment des convois entiers passer sur des aiguilles mal placées, sans qu'il arrivât le moindre accident, et c'est à peine si l'on apercevait sur l'aiguille des traces de ce passage.

Les aiguilles toutefois doivent, pour résister à la pression ou au choc, dans le cas où les machines ou les waggons viennent à passer par-dessus, être construites très-solidement. Lorsqu'elles sont con-

venablement établies, non-seulement les voyageurs ne courent aucun danger, mais les aiguilles elles-mêmes ne sont nullement sujettes à se déranger.

Nous avons signalé comme un des défauts des changements de voie à contre-rails la nécessité d'une déviation brusque; et, en effet, un convoi qui suit la voie AA, pl. D_r, prenant la voie RR', doit dévier, sur la largeur de la moitié de l'aiguille, d'une largeur à peu près égale à celle qui sépare le bord intérieur du rail S' de la pointe R', afin que le rebord de la roue de droite, qui suivait l'intérieur du rail S', suive celui du rail R'. La roue pouvant, dans ce mouvement latéral, tomber entre les rails, il ne faut pas négliger de donner, et de maintenir, au moyen d'un châssis solide, l'écartement convenable entre le rail et la pointe de l'aiguille fixe. Il convient aussi de donner aux roues une certaine largeur de jante.

Une circonstance dont il est encore essentiel de tenir compte dans la construction du changement de voie à contre-rails, c'est que le convoi passant dans la voie oblique, l'une des aiguilles est pressée latéralement avec énergie par les roues, et que si elle se déplaçait, la pointe du rail S venant à la désaffleurer, la roue rencontrerait cette saillie, pourrait monter sur le rail, forcer quelque partie du système et même dérailler.

On se met à l'abri de ce danger, 1° en assemblant avec soin les aiguilles avec les tiges motrices ou

avec la bielle de l'excentrique, ainsi que la bielle avec l'excentrique; 2° en rapprochant le point d'attache de l'aiguille de son extrémité; 3° enfin, en réglant l'excentrique de manière que l'on soit obligé de forcer un peu après que l'aiguille est déjà arrivée au contact du rail. Pour obtenir ce dernier résultat, on donne à la distance de l'excentrique, au point K, un peu plus de longueur que ne l'indique le dessin exact.

Enfin, comme l'aiguille D' supporte tout l'effort nécessaire à la déviation, tandis que l'aiguille D ne fait que maintenir la tendance naturelle du convoi à suivre la ligne directe, il convient de placer autant que possible l'excentrique du côté de l'aiguille D', car alors il agit plus directement sur cette aiguille, et la bielle subit un effort de traction.

Changement à contre-rails du chemin de Saint-Germain.

Les premiers changements de voie établis en Angleterre, dans ce système, avaient été exécutés avec des aiguilles très-courtes et d'une faible section; ils étaient à déviation très-brusque. En France, sur le chemin de Saint-Germain, on a commencé à allonger beaucoup ces aiguilles, et à leur donner plus de force (pl. D_1). Puis on en a encore augmenté la résistance, et on a fini par adopter les dimensions de celles représentées pl. D_1, qui sont parfaitement suffisantes.

Des chemins de Versailles et de Strasbourg.

Les aiguilles du chemin de fer de Versailles (rive gauche) sont en fer à rebord; celles du chemin de

fer de Strasbourg à Bâle, en fer méplat ; les deux systèmes sont également bons.

Dans le changement de voie du chemin de Versailles (rive gauche), les aiguilles sont fixées sur un châssis très-solide, dont on s'est très-bien trouvé, et reposent sur des madriers en bois revêtus de distance en distance de platines en fer sur lesquelles elles glissent.

Cette manière de soutenir les aiguilles permet qu'une roue, venant, par suite d'un dérangement du système, à tomber entre l'aiguille et le rail, roule sur son rebord, monte facilement sur la pointe fixe, et continue à marcher. Il est plus simple et plus convenable de faire reposer l'aiguille sur une côte de renfort fondue avec les coussinets, comme sur le chemin de Strasbourg à Bâle (pl. D_7).

En traçant un croisement sur le modèle de celui du chemin de Versailles (rive gauche), il conviendrait d'éloigner de l'aiguille D', plus que le dessin ne l'indique, le joint des rails A et R, et de remplacer en ce point l'angle par une courbe. Il faudrait aussi courber davantage vers l'intérieur de la voie les têtes des aiguilles, afin qu'elles forçassent mieux les rebords des roues à s'engager dans la rainure.

Les aiguilles du chemin de fer de Strasbourg à Bâle font un très-bon service. Nous pensons cependant qu'il eût été préférable de fixer les coussinets

qui supportent les têtes d'aiguilles à la traverse par des boulons indépendants de celui qui sert d'axe de rotation aux aiguilles, comme on l'a fait sur le chemin de Versailles (rive gauche). Nous croyons également qu'il eût été convenable d'établir, au moyen de longuerines, une solidarité complète entre les traverses de ce système d'aiguilles et surtout avec celle qui porte l'excentrique.

Les pointes fixes des changements de voie à contre-rails sont composées de rails dont on a enlevé les deux côtés du champignon ; ce travail doit être fait à froid. Le mieux est de l'exécuter avec une machine à raboter.

Ces pièces doivent être en fer de bonne qualité et soigneusement travaillées, car elles sont promptement écrasées et partiellement détruites par le passage des convois.

Changement de voie à contre-poids. Nous n'avons représenté qu'un seul changement de voie définitif de la troisième espèce, qui est employé en Angleterre sur le chemin de Londres à Birmingham ; il fonctionne avec une seule aiguille. Nous donnerons dans une prochaine livraison le changement à deux aiguilles du chemin d'Orléans.

Croisements. Conditions qu'ils doivent remplir. Les croisements de voie doivent, comme les aiguilles, être étudiés et tracés avec soin; il faut réduire autant que possible la distance entre la pointe I, fig. 1, pl. D_2, et les contre-rails R' et R", d'abord pour que le cercle de la roue portant sur

R′ ou sur R″, avant d'avoir quitté la pointe I, n'éprouve pas de secousse, et ensuite afin que cette pointe, qui a une très-faible section, ne supporte pas toute la charge des roues, ce qui la détruirait promptement.

Il faut que l'angle des croisements soit le moins aigu possible; c'est encore là une raison pour tracer les changements de voie avec une double courbure; la pointe doit avoir à son extrémité au moins 15 millimètres d'épaisseur afin de ne pas être déformée.

Dans tous les croisements de voie, on doit placer le long du rail qui n'est pas interrompu un contre-rail solidement établi qui, en guidant le rebord de l'une des roues, force le convoi à rester dans la voie sur laquelle l'aiguille l'a dirigé. Sans cette précaution, la roue, passant sur le croisement dans le sens CA, pourrait prendre la direction AD ou AD′, et l'autre roue tomber du rail.

Croisements en fonte.

En Belgique, on a établi la partie fixe des changements de voie que l'on nomme croisements en fonte et d'une seule pièce avec la plaque qui les supporte. Ce système est très-simple et très-économique. Mais les croisements sont alors très-courts, sujets à se rompre, et s'égrènent sous la pression des roues. Aussi ceux de cette espèce sont-ils partout ailleurs abandonnés.

Croisements en bois et fer.

Sur le chemin de fer de Strasbourg à Bâle, on s'est servi pour les croisements d'une pièce de bois sur

laquelle on a posé avec des vis et quelques boulons des barres de fer carrées.

Nous avons déjà signalé, en traitant de la pose sur les ouvrages d'art, les inconvénients graves que présente cette espèce de rails.

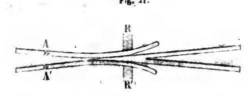
Croisements en fer sur coussinets en fonte.

Sur le chemin de Versailles (rive gauche), et sur la plupart des chemins de fer, les croisements de voie sont composés de rails fixés dans des coussinets spéciaux avec des cales de la même espèce que celles du reste de la voie. Ce système, bien que le plus coûteux, est incontestablement le plus convenable. Il est très-solide, et ne présente pas comme les autres une différence dans le mode général de construction de la voie, ce qui produit en peu de temps des tassements inégaux et donne lieu à des secousses lors du passage des convois.

Croisement à rails mobiles.

Sur quelques chemins en Angleterre et notamment sur celui de Newcastle à Carlisle, on a employé des croisements (fig. 21),

Fig. 21.



dont la pointe était fixe, les deux parties formant contre-rails étant mobiles en A et A', et constamment pressées contre la pointe fixe par des ressorts

à boudins R et R′ ou par des contre-poids. Lorsqu'un convoi passait, le rebord de chaque roue écartait facilement le contre-rail qui gênait son passage, et, par ce moyen, il n'y avait jamais solution de continuité dans le rail sur lequel la roue devait rouler. Mais avec des croisements fixes bien établis et avec des bandages de roues d'une largeur suffisante, la secousse est insensible ; on n'a donc aucun intérêt à les remplacer par un appareil plus compliqué, qui est beaucoup moins solide et plus dangereux, car le déplacement des rails mobiles devenant par une cause quelconque difficile ou impossible, le bourrelet de la roue monte dessus ou force l'appareil.

Les tringles motrices des aiguilles sont mises en mouvement par différents appareils, par des leviers, par des arbres coudés ou par des excentriques. *Appareils pour la manœuvre des aiguilles.*

Le levier a été longtemps employé exclusivement pour les terrassements. Il est difficile de le fixer de telle sorte que la pression des rebords des roues contre les aiguilles ne le fasse pas changer de position, tandis que les arbres coudés et les excentriques étant placés au point mort n'ont pas cette tendance à se déranger. *Levier.*

On s'en est toutefois servi dans le changement de voie représenté pl. D₂, mais en y ajoutant un contre-poids qui est représenté fig. 4 et 4₁, et dont nous avons expliqué l'usage dans la légende et page 208. *Levier à contre-poids.*

Les arbres coudés employés comme moteurs des aiguilles étaient d'abord verticaux et armés d'une *Arbre coude.*

manivelle. Ce système a été adopté pour quelques changements de voie des chemins belges et pour le chemin de fer de Paris à Versailles (rive gauche et rive droite).

Du chemin de Saint-Germain.

Au chemin de Saint-Germain, on a employé un arbre coudé horizontal et on y a adapté un levier qui fait une demi-révolution (fig. 8, 8_1 et 8_2, pl. D_1). Cette disposition est gênante pour les manœuvres, elle oblige l'homme à se baisser à terre, et ne permet pas de placer sur le moteur des aiguilles les signaux qui arrêtent de loin les convois, et qui indiquent si la voie qu'ils parcourent est ouverte ou fermée. Le levier du chemin de Saint-Germain ne présente d'ailleurs, comparé aux autres, qu'une faible économie.

Du chemin de Versailles (rive gauche).

Le levier adopté au chemin de Versailles (rive gauche) fonctionne très-bien et les dimensions en sont convenables, mais il est difficile d'y assujettir solidement un signal.

Excentriques.

Du chemin de Londres à Birmingham.

Au chemin de Londres à Birmingham, on a employé dans l'origine au lieu du levier l'appareil représenté fig. 3, 3_1, pl. D_{10}, composé d'une boîte en fonte renfermant un excentrique, d'un arbre moteur et d'un coussinet qui était fixé par quatre barres de fer à la boîte en fonte, et qui guidait l'arbre moteur. Ce mécanisme était coûteux d'ajustement et présentait plusieurs assemblages susceptibles de prendre du jeu ; on y a substitué une colonne en fonte, fig. 4, 4_1, 4_2 et 4_3, qui est plus

solide, moins coûteuse, et d'un beaucoup meilleur aspect; la course de l'aiguille étant le double de celle de l'excentrique, ce dernier se trouve aux points morts, lorsque la pression latérale des convois tend à déranger l'aiguille; néanmoins, il est nécessaire de fixer le levier par une clavette ou par tout autre moyen, en faisant un peu dépasser le point mort à l'excentrique, afin que l'effort, s'il a lieu, s'exerce sur un point fixe.

Du chemin de Liverpool à Manchester.

Les fig. 5, 5_1, 5_2, 5_3, de la pl. D_1, représentent l'excentrique du chemin de Liverpool à Manchester; il est semblable aux autres, si ce n'est qu'il n'est pas enfermé dans une cage.

Dans les excentriques des chemins anglais, l'excentrique est en fonte et calé sur l'arbre, ce qui force à lui donner un très-grand diamètre et, par conséquent, à employer un très-grand collier et une boîte en fonte.

Du chemin de Bâle à Strasbourg.

Sur le chemin de Strasbourg à Bâle on a fait l'excentrique du même morceau que l'arbre, de telle sorte que son diamètre est réduit au minimum. Le collier est un cercle de fer tourné, très-facile à bien ajuster avec peu de dépense; enfin, la boîte en fonte se trouve d'autant réduite, mais alors il faut laisser pour le passage de la tige une ouverture, comme on le fait lorsqu'on se sert de l'arbre coudé, ouverture qui n'existe pas dans les appareils anglais.

Raisons pour préférer les excentriques aux arbres coudés.

Un excentrique, n'étant pas plus coûteux qu'un arbre coudé, nous paraît préférable, parce qu'en



l'employant on évite tout l'emmanchement d'une tête de bielle avec chappe, coussinets et clavettes, pièce difficile à bien exécuter et très-susceptible de se déranger.

Les excentriques du chemin de Strasbourg à Bâle sont mus par un double levier que l'ouvrier arrête au moyen de deux loquets à ressorts, en le saisissant par la poignée. L'usage des loquets est beaucoup plus sûr que celui d'une clavette, et rend la manœuvre plus rapide.

Disposition de la cage de l'excentrique ou de la manivelle.

La partie inférieure des arbres avec manivelle ou avec excentrique que nous venons de décrire est toujours logée dans une cage en fonte. Il importe que cette boîte soit parfaitement close, afin que le sable soulevé par le vent ne puisse pas s'introduire dans les parties frottantes.

Nous avons dit qu'il fallait placer des signaux sur les arbres des excentriques.

Signaux placés sur les arbres des excentriques.

On se sert ordinairement, pour les signaux de jour, d'un disque peint de deux couleurs, indiquant dans quel sens les aiguilles sont dirigées. Mais, comme il est bien rare que sur une grande ligne tous les embranchements se trouvent dans le même sens, il s'ensuit que le machiniste, pour être certain que la voie est libre, doit apercevoir certains excentriques d'une couleur, et d'autres d'une couleur différente, et que, si les mouvements sont très-variés, il est trompé par sa mémoire et exposé à de fausses manœuvres.

La nuit, les disques sont remplacés par des lanternes également de deux couleurs ; mais, comme alors on ne peut plus voir les aiguilles elles-mêmes, et que d'ailleurs on ne peut pas toujours bien juger des distances et des positions de plusieurs points lumineux dans une gare, la confusion devient plus grande encore que le jour.

Nous pensons que les meilleurs signaux consistent : pour le jour, dans une flamme en tôle, peinte d'une couleur très-voyante, qui, par le sens dans lequel elle est tournée, fait connaître la position de l'aiguille ; et pour la nuit, dans une lampe triangulaire dont la partie lumineuse forme également une pointe qui fournit la même indication.

Nous avons représenté pl. D, l'ensemble de différents changements de voie. La longueur de ces changements, surtout de ceux à rails mobiles, peut varier très-sensiblement. Celle des changements à aiguilles formant contre-rail, pour une voie de 1^{m},50 et une entre-voie de 1^{m},80, est comprise entre 50 et 60 mètres.

Disposition générale des changements de voie.

Nous avons dit qu'il n'était pas indifférent de placer les changements de voie sur les parties du chemin où l'on passe à grande vitesse dans un sens ou dans l'autre. Les convois circulant sur la voie la plus rapprochée du cadre de la planche, fig. 1, pl. D9, de gauche à droite, et sur l'autre voie de droite à gauche, et le changement de voie employé étant de la première espèce, il importe que ce changement

de voie soit disposé comme l'indique la fig. 1. Si en effet, dans ce cas, au passage d'un convoi, l'aiguille est mal placée, le convoi suit l'embranchement, au lieu de la voie rectiligne ; mais il ne sort pas de la voie, comme cela arriverait s'il marchait en sens contraire. A la vérité, comme il entre dans l'embranchement avec une grande vitesse, il peut, ou forcer l'aiguille, ou sortir de la voie, à cause du faible rayon de la courbe du changement de voie, ou enfin trouver à l'extrémité de la déviation l'aiguille bien placée sur la voie principale, et alors dérailler. Mais en admettant même cette dernière supposition, qui est la plus défavorable, le convoi ne déraillant que lorsque sa vitesse est considérablement diminuée par le passage du changement de voie, l'accident est beaucoup moins grave que s'il eût abandonné la voie, lancé à toute vitesse dans la direction rectiligne.

Quant au changement de voie à contre-rail, il doit être placé en sens contraire, ou, ce qui revient au même, il faut que les convois marchant en sens inverse de la direction qu'ils suivent, fig. 1, c'est-à-dire marchant de gauche à droite sur la voie, fig. 3, la plus rapprochée du cadre, et de droite à gauche sur l'autre voie, le changement soit placé dans le même sens que fig. 1. Les convois ne sont alors jamais exposés à prendre l'embranchement, et si les aiguilles sont mal placées, ils passent par-dessus sans quitter la voie rectiligne.

Changement de voie placé à l'embranchement des chemins de Saint-Germain et de Versailles (rive droite).

Il nous reste à examiner un changement de voie tout à fait différent de ceux ordinairement employés et qui a été construit pour que les convois puissent y passer à grande vitesse : c'est celui qui est placé sur le chemin de Saint-Germain, à l'embranchement du chemin de Versailles, rive droite. La partie commune aux deux chemins, depuis Paris jusqu'à Asnières, sur une longueur de six kilomètres, est à trois voies. Les convois de Saint-Germain prennent la voie de *gauche*, ceux de Versailles, la voie de *droite*, de telle sorte que, l'embranchement de Versailles se faisant à gauche, la voie de départ, qui est celle du milieu, est commune aux deux chemins. Les voies extrêmes sont les voies d'arrivée de chacun des chemins. Le croisement dont nous parlons et qui est représenté pl. D_{11}, est établi au point de bifurcation de la voie du milieu. Il a, depuis la tête de l'aiguille jusqu'à la pointe du croisement, 63 mètres, longueur qui est presque le triple de celle des changements de voie ordinaires. Le passage en est très-doux, même pour les convois qui marchent à grande vitesse.

Les lignes étant pour une aussi grande longueur très-obliques, on a dû rendre le croisement mobile aussi bien que le jeu d'aiguilles, et on s'est servi d'un arbre unique pour les déplacer l'un et l'autre. Les fig. 1, 2 et 3 représentent ce changement de voie disposé de manière à ce que les convois passent sur la voie de droite ou voie de Saint-Germain.

Le jeu de cet appareil, qui fonctionne d'une manière très-satisfaisante, est expliqué dans la légende.

§ 2. **Des plaques tournantes.**

Il y a deux manières de faire changer de direction sur les chemins de fer aux convois et aux voitures ou machines isolées.

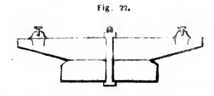
La première est de leur faire décrire une courbe; la seconde, qui ne peut s'appliquer qu'aux voitures ou machines isolées, dans les gares, consiste à rendre une partie de la voie mobile, à placer sur cette partie mobile la voiture ou la machine, et à la faire tourner d'un certain angle.

La partie mobile de la voie, dans ce cas, prend le nom de *tournant*, de *plate-forme tournante* ou de *plaque tournante.*

Tournant pour les travaux de terrassement et d'ensablement.

On peut ranger dans la catégorie des plaques tournantes, et décrire comme la plus simple de toutes, l'appareil suivant, employé pour les terrassements, qui se compose de deux traverses super-

Fig. 22.



posées et réunies par une broche, comme l'indique la fig. 22; la traverse supérieure portant deux cous-

sinets à chaque bout, et, par l'intermédiaire de ces deux coussinets, deux portions de rail posant dans les coussinets par leur milieu.

Ce genre de tournant, non-seulement est employé pour les terrassements, mais rend aussi de grands services lorsque, dans les commencements d'une exploitation, on est obligé de transporter une grande quantité de sable pour l'entretien. On peut, comme nous allons l'expliquer, placer par ce moyen des waggons le soir sur la voie pour un travail de nuit et les remiser le matin dans une gare établie auprès du chemin et en dehors, sans interrompre la voie par des croisements ou des plates-formes fixes, qui sont toujours coûteuses et peuvent occasionner des accidents.

Lorsqu'on fait usage de cet appareil pour les terrassements, les rails mobiles font partie de la voie. Pour changer de direction, on fait tourner la traverse supérieure sur son pivot. On peut alors, pour faciliter les mouvements, placer devant chaque voie une traverse sur laquelle le bout des rails s'appuie, et, pour donner plus de solidité au système, réunir les rails mobiles par un boulon qui les traverse.

Quand on veut employer ce tournant à placer des waggons d'ensablement sur une voie définitive, on pose la traverse inférieure de manière que les rails du tournant se trouvent au-dessus de ceux de la voie, et on établit la gare de remisage des wag-

gons à la même hauteur que les rails du tournant. Puis, pour faire passer le waggon sur la voie principale, ou pour l'en faire sortir, on pose sur les rails des coins en bois qui rachètent les différences de niveau. Les waggons étant toujours vides lorsqu'ils sont placés sur les rails mobiles, la manœuvre est très-facile. Les waggons amenés sur la voie ou dans la gare, on enlève la traverse supérieure avec ses rails, et il n'existe plus aucun obstacle à la marche des convois.

Sur le chemin de Strasbourg à Bâle, on a établi, dans une gare provisoire pour le chargement de houilles, des plates-formes de ce système; les waggons pèsent 2,500 kilogrammes, et ils portent 4,000 kilogrammes de houille. Les ouvriers habiles font tourner les waggons sur ces appareils, tout aussi rapidement que sur d'autres, et avec une grande facilité. Depuis plusieurs mois que le service se fait sur cette gare, il n'est arrivé aucun accident.

Les plates-formes ou plaques tournantes, proprement dites, établies à demeure sur la voie, se composent toutes de trois parties distinctes :

1° Le bâti de la plaque, qui porte les bouts de rails ;

2° Le pivot sur lequel pose le centre de la plaque et les galets qui en portent le pourtour ;

3° La fosse au-dessous de la plaque, sur le fond de laquelle posent le pivot et les galets.

Le bâti des plaques tournantes est en fonte ou en bois. Les plaques en bois coûtent beaucoup moins de premier établissement que les premières, mais elles ne fonctionnent pas aussi facilement, et exigent plus d'entretien. Du bâti des plaques tournantes.

Sur un chemin d'une certaine importance, nous pensons qu'il n'y a pas à hésiter, et que les plaques en fonte, quel qu'en soit le prix, doivent avoir la préférence, du moins pour le service des locomotives. L'un de nous, qui a fait usage de plaques en bois, en a éprouvé tous les inconvénients. Cependant elles sont encore employées sur un grand nombre de chemins de fer du nord de l'Angleterre, sur le chemin de Vienne à Brünn et sur plusieurs autres lignes.

Les plaques tournantes portent une seule voie, pl. E_1, ou deux voies en croix. — Les plaques à une seule voie peuvent suffire à l'extrémité des gares où ne passent jamais les convois ; mais sur les parties de la ligne où ils circulent, il ne faut employer que des plaques à deux voies. Les premières seraient dangereuses ; car si elles étaient mal placées, la voie se trouverait interrompue.

La construction des pivots ne présente que peu de variété. Nous passerons en revue les différents pivots, en traitant des plaques tournantes représentées dans notre collection de planches. Des pivots.

Les galets sont fixes ou mobiles. Les galets étant fixes tournent sur leur axe, comme fig. 1 et 3, pl. E_2; Des galets.

lorsqu'ils sont mobiles, ils roulent entre deux chemins de fer circulaires, l'un qui est fixé au bâti de la plaque, l'autre qui est établi sur le fond de la fosse.

Il y a, dans le cas des galets fixes, frottement de glissement sur l'axe des galets et frottement de roulement à leur pourtour. Dans celui des galets mobiles, il n'y a que frottement de roulement. Aussi, les galets mobiles sont-ils assez généralement préférés aujourd'hui.

Les galets mobiles sont maintenus à égale distance du centre de la plaque par leurs axes, qui se prolongent suivant les rayons du cercle qu'ils parcourent et sont fixés dans un collier traversé par le pivot; deux cercles en fer servent, en reliant leurs axes, à en conserver l'écartement respectif.

Dans les plaques tournantes anglaises, les galets sont ordinairement placés au pourtour extrême de la plaque. En France, sur quelques chemins de fer, on a essayé de rapprocher les galets du centre, afin de rendre le mouvement plus facile et de diminuer la dépense (voir la planche E_4), mais on a ainsi diminué la stabilité de la plaque, et le passage des machines n'a pas tardé à en ébranler les fondations. La faible économie qui résulte de l'usage de ces plaques ne nous paraît pas compenser leurs défauts, surtout lorsque les galets sont aussi rapprochés du centre que dans l'ancienne plaque du chemin de fer d'Orléans, pl. E_4. Ce n'est, en tous cas,

qu'aux extrémités des gares qu'il faut les placer.

On a quelquefois arrondi la jante des galets pour éviter de la tourner ainsi que les bandes de fer sur lesquelles ils roulent. Les galets à jante ronde, lorsqu'ils sont mobiles, obligent à des réparations continuelles, et comme ils ne se maintiennent jamais dans la position qu'ils devraient conserver, ils rendent la manœuvre très-difficile. Il n'en est pas de même quand ils sont fixes. La charge qu'ils portent les empêche alors de se déplacer aussi aisément.

Les fondations des plaques tournantes varient suivant la nature du terrain. Dans les terrains peu consistants ou remblayés, on les a établies sur pilotis, pl. E_7, ou sur des murs circulaires en maçonnerie, E_8. Des fondations.

Les fondations en bois, plus élastiques que celles en pierre, amortissent mieux le choc que la plateforme reçoit lorsque la locomotive arrive dessus; mais elles ne résistent pas à l'action de l'eau qui tombe au passage des locomotives. Les fondations en pierre sont préférables.

Quelle que soit, d'ailleurs, l'espèce de fondation, il ne faut pas négliger de ménager des conduits pour donner écoulement à l'eau.

Les parois verticales de la fosse sont maintenues par des murs en pierre de taille, par des arcs en fonte ou par des murs en moellons que couronnent des cercles en bois.

Les secousses au passage des locomotives, jointes à celles que produisent les arrêts ou verrous, désagrègent bientôt la maçonnerie et détachent les scellements des coussinets. Les ceintures en bois sont de beaucoup préférables à celles en pierre. Nous en avons été très-satisfait au chemin de Versailles (rive gauche).

Ancienne plaque du chemin de Saint-Germain.

La plate-forme de Saint-Germain, pl. E_3, imitée des anciennes plaques anglaises, est trop légère, et les rails, coulés d'une seule pièce avec le bâti, s'usent promptement, surtout au point où, étant interrompus pour donner passage aux rebords des roues, ils reçoivent des chocs qui les égrènent. Ces rails usés, la plaque est hors de service.

Nous ne pouvons également que critiquer les galets fixes, par les raisons données plus haut, la couverture en fonte, comme trop sujette à se rompre par le choc d'une machine qui déraille ou d'un objet quelconque, et les fondations en fonte, comme trop coûteuses, surtout en France, où ce métal se vend encore à un prix élevé.

Plaques du chemin de Londres à Birmingham.

Le mode de construction de la plaque du chemin de Londres à Birmingham, représentée fig. 1 et 2, pl. E_4, est plus satisfaisant.

Les rails en fer forgé sont directement soutenus par de fortes nervures, et solidement fixés à la plaque, au moyen de boulons.

Le grillage qui couvre le bâti est en fonte comme les plaques, et joue le même rôle que dans le mo-

dèle précédent. Les fondations sont également en fonte.

Les galets sont mobiles dans les deux plates-formes de la pl. E_6, mais, dans celle de petite dimension, ils ont la forme arrondie que déjà nous avons blâmée.

Le bâti de ces plaques est suspendu au pivot par quatre boulons, comme on peut le voir dans les fig. 2 et 6, pl. E_6. On règle, au moyen de ces boulons, la charge que supportent le pivot et les galets.

Cette disposition est excellente et a été adoptée pour presque toutes les plaques récemment construites. Non-seulement elle en rend la manœuvre plus facile, mais encore elle empêche qu'elles se rompent par suite du porte-à-faux, lors du passage des locomotives.

Dans la plate-forme du chemin de fer de Versailles (rive droite), pl. E_1, adoptée également sur le chemin de Versailles (rive gauche), les galets sont plus rapprochés du centre que dans les précédentes. Nous avons déjà signalé le vice de cette disposition. Plaque des chemins de Versailles.

Les fondations pour les plaques de ce genre étant aussi coûteuses que pour celles dont les galets sont placés au pourtour, l'économie sur l'ensemble de l'appareil n'est pas d'une grande importance.

Il est d'ailleurs impossible, en conservant le mode de construction de ces plaques, de les disposer pour une double voie. Car dans ce cas les rails en fer qui sont prolongés en porte-à-faux au delà du cercle des

galets, ne pourraient être coupés, pour laisser passer le rebord des roues, qu'en perdant toute leur solidité.

Il faut signaler aussi, parmi les inconvénients que présente la plate-forme que nous examinons, les difficultés que l'on trouve à y fixer solidement un plancher et un verrou pour la maintenir en place.

Le pivot à crapaudine renversée de cette plaque nous paraît digne d'être imité. On évite, en le disposant de cette manière, que l'eau et les scories tombent dans les crapaudines.

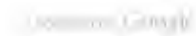
La charge de la plate-forme est réglée comme dans les plates-formes précédentes.

Observons enfin que la pièce en fonte s', qui sert à fixer le pivot à la pierre de fondation et qui est représentée figures 2 et 11, est d'une forme qui en rend le scellement très-difficile, car on ne peut, ni introduire aisément, ni mater la matière que l'on doit couler entre la fonte et la pierre, en sorte que l'on est obligé de retoucher souvent au scellement, qui prend toujours du jeu.

Le cercle sur lequel roulent les galets est en fonte, d'une seule pièce, et se fixe directement sur des dés en pierre de taille, scellés dans le massif en maçonnerie. Il est tourné, ainsi que celui qui est fixé à la plaque et que les galets eux-mêmes.

Anciennes plaques du chemin d'Orléans.

Les galets des anciennes plates-formes du chemin d'Orléans, pl. E_4, sont encore plus rapprochés du centre que ceux des plates-formes des chemins de



Versailles. Le porte-à-faux étant alors considérable, un simple scellement n'eût pas suffi pour maintenir le pivot. Aussi l'a-t-on placé dans une crapaudine faisant corps avec un disque de grand diamètre, portant les galets qui sont fixes.

Les rails de cette plate-forme sont en fonte, et coulés avec la plate-forme d'une seule pièce.

La charge du pivot est réglée par des clavettes qui nous paraissent d'un usage moins simple que celui de boulons, toujours placés à la portée de l'ouvrier.

Ces plates-formes viennent d'être remplacées par d'autres qui ont beaucoup de ressemblance avec celles à galets mobiles du chemin de Londres à Birmingham.

Plaque du chemin de Bristol.

La plate-forme du chemin de Bristol, pl. E_3, nous paraît se trouver dans de très-bonnes conditions.

La grande largeur de ce chemin a permis d'adopter une disposition très-convenable pour les bras qui supportent les points de jonction et le milieu de chacun des rails. La voie est ainsi très-bien soutenue et la répartition du métal est très-régulière.

Le pivot, coulé d'une seule pièce avec la plaque de fondation, est fixé à la maçonnerie par des boulons, mode d'assemblage très-solide et très-facile d'exécution. Le graissage s'en opère très-aisément.

Ces plates-formes sont recouvertes de forts madriers en chêne, sur lesquels les rails sont fixés. Ce

genre de plancher nous paraît très-convenable, car il amortit les secousses que reçoivent les rails, soit lorsque les machines passent de la voie sur la plate-forme, soit lorsqu'elles traversent les joints, et les empêche de réagir d'une manière fâcheuse sur les diverses parties de la plaque et sur les scellements.

Quant au cercle de fonte qui couronne la maçonnerie autour de la plaque, nous pensons qu'il doit être promptement ébranlé par les secousses qu'il reçoit du verrou d'arrêt. Nous préférerions qu'il fût en bois.

Plaque du chemin du Gard.

Dans la plaque du chemin du Gard, imitée d'un modèle anglais, la fonte ne nous paraît pas sagement répartie; les bras de cette plaque se brisent fréquemment à leurs extrémités voisines du centre.

Plaque du chemin de Liverpool à Manchester.

La fonte, dans celles de Liverpool à Manchester, représentées sur la même planche, est beaucoup mieux distribuée; mais on se trouve obligé, pour éviter de donner à l'ensemble trop de poids, de diminuer les dimensions de chacune des parties au point de les rendre fragiles. C'est sans doute ce qui a fait renoncer à ce modèle.

Plaque du chemin de Bâle à Strasbourg.

La plaque du chemin de fer de Bâle à Strasbourg, pl. E_6, comme celle du chemin de Londres à Bristol, est recouverte d'un plancher de madriers en bois sur lequel les rails sont fixés.

La couronne sur laquelle roulent les galets est

en fer forgé : elle est fixée sur un châssis en bois, fig. 2 et 3.

Les galets sont à jante arrondie; en général, ils ne sont pas tournés, non plus que les cercles entre lesquels ils roulent; il en résulte que les plates-formes sont très-difficiles à manœuvrer. Le cercle en fer, n'ayant que peu de résistance par lui-même, se courbe. Enfin, les galets, quoique maintenus par de très-fortes tringles, se dérangent fréqnemment, de telle sorte qu'on a été obligé d'ajouter à toutes les plates-formes un second cercle pour les maintenir, ce qui ne suffit pas encore.

La plate-forme représentée pl. E_6 est destinée au service des locomotives. Celles qui sont placées sur les lignes où passent les convois, et avec lesquelles on manœuvre les waggons, n'ont que trois mètres de diamètre. Elles sont de même forme, mais il n'y a pas, comme dans les premières, de bois interposé entre les rails et la fonte, et comme elles fatiguent beaucoup, il arrive fréquemment qu'elles se brisent.

Les encadrements des plates-formes sur le chemin de Bâle à Strasbourg sont en pierre ou en bois. Les encadrements en bois font un beaucoup meilleur service : on les substitue à ceux en pierre, à mesure que ceux-ci se détériorent.

Fondation de plaques aux chemins de Versailles (rive gauche) et de Bâle à Strasbourg.

Les planches E_7 et E_8 représentent les fondations de plaques tournantes dans des cas particuliers; la planche E_8 indique celle d'une plate-forme placée

au centre d'une remise circulaire. On a réservé dans le massif de maçonnerie un égout circulaire recevant l'eau de la plate-forme et de toutes les fosses qui y aboutissent. La fig. 1 en représente la coupe, la fig. 2 indique le plan de cette fondation avec une portion des fosses et le croisement des différentes voies qui aboutissent à la plate-forme.

La planche E_9 représente des espèces de tours évidées en maçonnerie sur lesquelles sont fondées les plaques tournantes du chemin de Versailles (rive gauche), dans la gare de Paris, à 7 mètres de hauteur au-dessus du sol. Les tours sont enfermées dans un remblai de même hauteur. C'est pour éviter de fonder sur la crête du remblai qu'on les a construites.

Plaque en bois du chemin de Versailles (rive gauche).

La planche E_2 donne les détails d'une plate-forme entièrement en bois, exécutée sur le chemin de fer de Versailles (rive gauche) pour le service des waggons; les galets sont fixés à la partie supérieure et roulent sur un cercle en fer. Le mouvement de cette plate-forme est assez doux, et elle s'est bien maintenue ; les assemblages de la couronne en bois de la partie supérieure sont faits de manière à ce que les pièces L L', fig. 1, qui forment coin, soient placées en dernier lieu et serrent tous les assemblages. Les supports des galets sur lesquels portent ces pièces les maintiennent à leur place.

Plaque en bois du chemin de Newcastle à Carlisle.

Sur le chemin de fer de Newcastle à Carlisle on a employé des plates-formes en bois non-seulement

pour les voitures, mais aussi pour les machines (pl. E_{16}). Il faut alors que la construction en soit très-soignée et très-solide, et il est rare qu'avec d'aussi grandes dimensions l'eau qui se répand toujours des machines ne les gauchisse pas.

En Autriche, on a également employé des plates-formes en bois, représentées pl. E_{10}. Ces plates-formes sont à galets mobiles; la construction en est un peu légère, il y a lieu de penser qu'elles manquent de solidité. Plaque du chemin de Vienne à Brünn.

§ 8. Chariots pour changer de voie.

Les plaques tournantes ne sont pas le seul moyen employé pour faire passer les voitures ou les machines d'une voie sur une autre parallèle; on fait aussi usage, dans le même but, de chariots qui, portant une portion de voie, roulent sur un chemin de fer perpendiculaire aux voies parallèles que l'on veut desservir, et posé au fond d'une fosse pratiquée à cet effet, de telle façon que les bouts de rails fixés au chariot se trouvent dans le même plan que ces voies. La voiture ou la machine à transporter d'une voie sur une autre, est placée sur ce chariot.

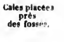
Un seul chariot ainsi disposé, pouvant desservir un grand nombre de voies parallèles, aboutissant de l'un ou de l'autre côté de la fosse, est beaucoup moins dispendieux d'établissement et d'entretien, que les plaques tournantes qu'il remplace, mais la Emploi exclusif des plaques tournantes pour les voies principales.

voie devant laquelle il se trouve étant la seule qui ne soit pas interrompue, on ne peut l'employer sans danger sur les voies principales ; aussi, les plaques tournantes sont-elles alors généralement préférées. Les plaques tournantes permettent d'ailleurs de passer d'une direction dans une autre quelconque, tandis qu'avec les chariots on ne peut que prendre une direction parallèle.

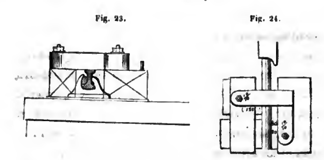
Chariots de deux espèces différentes.

Les rails du chariot sont quelquefois fixés à une charpente qui repose, au moyen de boîtes à graisse, sur les essieux du chariot, comme dans le chariot de la remise des locomotives au chemin de Bâle à Strasbourg, ou dans celui des ateliers au chemin de Saint-Germain. Il faut alors que la profondeur de la fosse soit égale à la hauteur de l'essieu au-dessus du sol, augmentée de celle de la boîte à graisse au-dessus de l'essieu, et de l'épaisseur de la charpente, d'où il suit que cette fosse, creusée au centre du bâtiment, devient très-gênante pour le service. Au chemin de Versailles (rive gauche), on a réduit la profondeur de la fosse à 20 centimètres, hauteur d'une marche d'escalier, en suspendant la charpente à l'essieu, au lieu de la placer au-dessus, comme l'indique la fig. 13 et 14, pl. G_8. Il est vrai que ce chariot n'est destiné à transporter que des waggons ; cependant on en a fait quelquefois usage pour les locomotives, et il suffirait d'en changer quelques-unes des dimensions, sans en augmenter beaucoup la hauteur, pour qu'il pût ser-

vir habituellement au remisage des machines.



Il arrive quelquefois que, lorsqu'au moment de l'allumage des machines placées dans les remises il se déclare une fuite dans le tuyau de prise de vapeur ou dans le régulateur, les machines, si elles ne sont pas bien calées, se mettent en mouvement et peuvent tomber dans la fosse. On place, pour éviter ce genre d'accidents, sur les bords des fosses, des cales solidement établies et qui ne puissent être ni enlevées, ni dérangées, telles que celles représentées fig. 23 et 24, employées également sur les plans inclinés pour retenir les convois au sommet.


Fig. 23. Fig. 24.

Chariots à plaques tournantes.

Si les voitures arrivent par une voie perpendiculaire à celles de la remise, ou par des voies dans des directions différentes, on remplace le chariot que nous venons de décrire par un chariot portant une plate-forme tournante.

Cet appareil un peu compliqué n'offre pas assez de stabilité pour un service de locomotives. On ne l'emploie que pour les voitures, et encore éprouve-

t-on même, avec cette légère charge, quelque difficulté à le manœuvrer.

§ 4. Des passages de niveau

On appelle *passages de niveau* les portions du chemin de fer coupées par une route établie au même niveau que le chemin de fer.

En France et en Angleterre les haies ou barrières fixes qui servent de clôture au chemin de fer sont ordinairement, à la traversée de la route, remplacées par une barrière mobile dont la garde est confiée à un employé spécial. En Belgique, où le chemin de fer est rarement clos, il n'existe de barrières mobiles et on ne rencontre de surveillants que sur un fort petit nombre de routes très-fréquentées. Dans ce dernier cas, c'est au public qui s'engage sur la voie à s'assurer qu'il n'y a pas de machines en vue.

Accidents occasionnés par le défaut de clôtures.

Le défaut de clôture ou l'imperfection des barrières est quelquefois cause de graves accidents. Sur le chemin de Londres à Birmingham une vache ayant pénétré sur la voie et rencontré une locomotive, celle-ci a déraillé et plusieurs voyageurs ont été blessés ou tués. Sur le chemin de Liverpool à Manchester un cas pareil s'est présenté.

Il paraît aussi au premier abord dangereux de laisser le public circuler librement aux passages de niveau : nous croyons toutefois que, si en France les

règlements de police étaient moins sévères, et que l'autorité n'exigeât pas que les passages de niveau fussent constamment fermés, le public cessant d'être gêné et contenu par des employés, dont il cherche toujours à enfreindre la consigne ou à tromper la surveillance, serait moins imprudent.

Danger des passages de niveau dans certains cas.

Quoi qu'il en soit, nous ne prétendons pas contester que les passages de niveau ne présentent certain danger, surtout lorsque les routes sont très-fréquentées, qu'elles coupent le chemin de fer très-obliquement, et quand ils ne peuvent être vus de loin par les machinistes.

Sur le chemin de fer de Versailles (rive gauche), un voiturier, trompant la surveillance du garde, et par erreur, s'est engagé la nuit à un passage de niveau sur le chemin de fer, croyant suivre la route qui était très-oblique en cet endroit; peu s'en est fallu qu'il ne rencontrât un convoi venant de Versailles à toute vitesse. Un autre voiturier, voulant traverser sur un autre point, malgré le garde, au moment où le convoi allait passer, le machiniste descendant un plan incliné, ne parvint que difficilement à s'arrêter sans collision. Enfin, l'on sait que la terrible catastrophe du 8 mai doit être principalement attribuée à la rencontre d'un passage de niveau.

Il faut donc, eu égard à la sûreté du public, éviter autant que possible, les passages de niveau, surtout dans les courbes en tranchées, au pied des plans

inclinés, sur les routes qui coupent le chemin de fer très-obliquement, et sur celles qui sont très-fréquentées.

Avantages respectifs des ponts et des passages de niveau.

Les passages de niveau sont remplacés par des ponts sur lesquels passe la route ou le chemin de fer.

Eu égard à la dépense, les ponts sont préférables aux barrières toutes les fois que l'intérêt du capital engagé dans leur construction, les abords compris, plus les frais d'entretien, sont inférieurs au traitement annuel d'un garde-barrière, augmenté de l'intérêt du capital et des frais d'entretien du passage de niveau, de la barrière et de ses abords. Le traitement d'un garde-barrière est de 600 à 1,000 francs par année. Les frais de construction des ponts ou barrières varient entre des limites très-écartées.

L'établissement des ponts ou des barrières oblige souvent à créer sur les routes des rampes très-nuisibles à la circulation dans les pays plats, où les voituriers marchent pesamment chargés.

On diminue le nombre des passages de niveau ou des ponts, en réunissant plusieurs routes en une seule.

D'autres fois, pour éviter les ponts biais ou les rencontres de la route et du chemin de fer à niveau sur un angle très-aigu, on change la direction de la route.

Lorsqu'une route passe sur un chemin de fer au moyen de deux rampes en sens contraire, les eaux

qui descendent de chacune de ces rampes sous le pont sont quelquefois difficiles à écouler ; il ne faut pas oublier de pourvoir aux moyens de s'en débarrasser.

On modifie la construction des ponts de différentes manières, dans le but de réduire les pentes des chemins de fer à leurs abords, et de leur conserver cependant la hauteur convenable. Ce serait nous écarter du plan que nous nous sommes tracé que d'examiner les différents systèmes de tabliers employés en pareil cas ; nous nous bornerons à remarquer que l'on peut sans inconvénient faire passer un chemin de fer sur un pont comme une route ordinaire au moyen de deux pentes opposées, pourvu que, l'inclinaison étant faible, les machines puissent franchir cette espèce d'ondulation du chemin sans une trop brusque variation de vitesse.

Nombre des passages de niveau sur certains chemins de fer.

Dans les pays plats on est obligé, pour éviter un surcroît de dépenses considérable, de multiplier les passages de niveau. Aussi en trouve-t-on un très-grand nombre sur les chemins belges et sur ceux d'Alsace.

Sur le chemin de Bâle à Strasbourg on compte deux cent quatre-vingt-dix-neuf passages de niveau pour un parcours de 134 kilomètres. Un seul garde surveille souvent plusieurs passages à la fois.

Sur le chemin de Versailles (rive gauche), bien que le terrain fût très-accidenté, on a multiplié les passages de niveau, afin de réduire le capital social.

On en rencontre vingt-trois sur une longueur de 17 kilomètres. Sur celui de la rive droite, il n'en existe qu'un seul dans le parc de Saint-Cloud.

Contre-rails aux passages de niveau.

On place toujours aux passages de niveau des contre-rails le long des rails, soit en dedans et en dehors, soit en dedans seulement (Voy. fig. 1, 1_1, 2, 2_1, 3 et 4, pl. E_{12}).

Ces contre-rails n'ont pas pour but de guider les machines et de s'opposer ainsi à leur déraillement, comme les contre-rails des changements de voie.

Lorsqu'on en place deux, l'un en dedans et l'autre en dehors, ils sont toujours un peu plus élevés que le rail, en sorte que les voitures qui, roulant sur la route ordinaire, croisent le chemin de fer, passent sur l'espèce de gouttière au fond de laquelle le rail est placé, sans toucher à la voie. Les contre-rails des passages de niveau ont aussi l'avantage d'empêcher les petites pierres ou les ordures de se déposer sur le rail.

Le contre-rail étant placé en dedans seulement, les voitures passent nécessairement par-dessus le rail. Le contre-rail ne sert alors qu'à en protéger la face intérieure et à soutenir le terrain entre les rails, afin de ménager le passage libre pour le rebord des roues.

Il vaut mieux certainement poser deux contre-rails qu'un seul. Cependant, sur plusieurs chemins de fer, on s'est contenté du contre-rail intérieur,

par raison d'économie, et l'on n'a pas remarqué que les rails fussent trop sensiblement endommagés.

Lorsque le passage de niveau ne sert qu'aux piétons, on supprime tout à fait les contre-rails.

L'intervalle à laisser entre le contre-rail intérieur et le rail dépend de l'épaisseur du rebord des roues des machines ou waggons, et de leur plus ou moins d'écartement habituel de l'axe du rail. Sur le chemin de Versailles, rive gauche, cet intervalle est généralement de $0^m,05$.

Les contre-rails sont en fer ou en bois garni de bandes de fer. Ils doivent toujours être arrondis aux extrémités, afin que les machines qui ont un mouvement latéral souvent très-prononcé puissent s'engager sans choc dans l'espèce de rainure qu'elles doivent suivre au passage de niveau.

Les contre-rails en fer se composent ordinairement de bouts de rails recourbés, fixés par des coussinets, comme la figure 4 l'indique, pl. E_{12}.

Si la surface de la voie entre les contre-rails était convexe, la boue et l'eau couleraient dans l'intervalle entre le rail et les contre-rails. On la fait donc ordinairement plane ; toutefois on ne peut éviter qu'il ne tombe une certaine quantité de boue dans cet intervalle. Les cantonniers ou garde-barrières doivent gratter souvent et enlever cette boue, en hiver surtout, parce qu'alors la gelée la durcit et qu'elle pourrait faire sortir les machines de la voie. *Surface de la voie entre les contre-rails.*

L'espace entre les contre-rails intérieurs est rem-

pli avec du pavé, du cailloutis ou des madriers.

Nous conseillons de donner la préférence au pavé, comme étant le plus durable et n'exigeant qu'un remaniement lorsqu'on relève les traverses.

Longueur à donner aux passages de niveau.

Des chevaux qui traversent un chemin de fer pouvant, par suite de frayeur ou par tout autre motif, s'écarter de la route, il convient, pour que la voiture qu'ils traînent ne tombe pas alors entre les rails, d'où il pourrait être difficile de la retirer, de donner à la partie pavée du passage de niveau plus de longueur qu'à la barrière. Nous avons vu un passage de niveau trop court obstrué de cette manière par un voiturier, au moment où le convoi était en vue.

Barrières mobiles. Différentes espèces.

Les barrières mobiles placées aux passages de niveau sont construites de différentes manières. La planche E_{13} en représente de plusieurs espèces. La plus convenable pour le passage d'une grande ouverture est la barrière fig. 12, soutenue par un tirant en fer, attaché à l'extrémité d'un fort poteau tournant, plus élevé que le cadre en charpente qui en est la pièce principale. Les barrières comme celles fig. 8, qui ne sont pas soutenues par un tirant, si elles sont de grandes dimensions, plient sous leur propre poids ou sous celui des curieux que l'on ne peut empêcher de s'appuyer dessus, et se déforment.

En Belgique et en Allemagne, on emploie sur un grand nombre de chemins de fer, des barrières composées de simples lisses glissant entre des po-

teaux fig. 15. Ces barrières, dont on se sert également sur les chemins d'Alsace, ne contiennent que très-imparfaitement les piétons et le bétail de petite taille, qui peuvent passer sous la lisse.

La figure 7 représente les grilles en fer faisant office de barrières sur le chemin de Bâle à Strasbourg, à la traversée des routes royales et de quelques routes départementales importantes. De simples barrières en bois eussent été moins coûteuses et se fussent mieux harmonisées avec le treillage en bois, qui forme la clôture du chemin.

On a aussi employé des grilles doubles avec un pilastre au milieu, afin de faciliter la circulation.

Cette disposition, prescrite par les ingénieurs du gouvernement, nous semble plutôt dangereuse qu'utile.

Il n'est jamais nécessaire que deux voitures passent en même temps, et le pilastre placé au milieu de la barrière, les forçant à prendre une direction oblique, les jette sur la voie, comme nous l'avons expliqué plus haut, ou devient, la nuit, un obstacle qu'il faut éviter.

Avantages respectifs des barrières qui ferment le chemin, et de celles qui ne le ferment pas.

Toutes les barrières s'ouvrent, tantôt du côté du chemin de fer, tantôt du côté opposé.

Dans le premier cas, leurs dimensions sont calculées de manière que les ventaux de la barrière, cessant de fermer la route, ferment le chemin de fer. Elles portent alors un disque peint ordinai-

rement en couleur rouge, dont la vue indique de loin aux machinistes que la voie est fermée.

Les barrières qui ferment le chemin de fer ont cet avantage de ne pas permettre aux hommes, au bétail, ou même aux voituriers, de se jeter sur la voie en dehors du passage de niveau. Elles maintiennent le chemin de fer fermé de toutes parts, même la nuit; mais elles nécessitent pour chaque passage de niveau un garde qui ouvre le chemin de fer au moment de l'arrivée de chaque convoi; elles sont brisées lorsque la nuit on envoie des machines pour le service de l'entretien ou des marchandises, et qu'elles se trouvent placées en travers de la voie, soit qu'on ait négligé de laisser la voie libre, soit qu'un étranger les ait déplacées pour passer : enfin, on ne peut en faire usage lorsque la route coupe le chemin de fer sous un angle très-aigu, parce qu'il faudrait alors leur donner de trop grandes dimensions.

Barrières fixes ou clôtures. Différentes espèces.

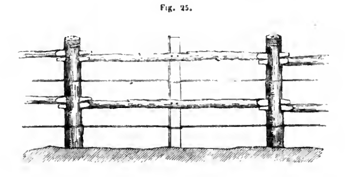
Les chemins de fer en France, celui de Saint-Etienne à Lyon excepté, sont bordés des deux côtés sur toute leur longueur, de barrières fixes qui en défendent l'abord. On supprime quelquefois ces clôtures au pied des grands remblais ou des profondes tranchées, dont les talus sont d'ailleurs protégés par des fossés. Elles sont cependant fort utiles pour empêcher les promeneurs, qui franchissent aisément le fossé, de se jeter par mégarde dans les tranchées.

Les clôtures de la plupart des chemins de fer aux environs de Paris sont de simples treillages en lattes de châtaignier de très-petites dimensions, armées de pointes à leur partie supérieure. Un homme ne pouvant les escalader sans les briser, ils protégent parfaitement le chemin lorsqu'ils n'ont que $1^{m},13$ de hauteur, et ils ne coûtent que 1 fr. 30 c. le mètre courant. (Voir les Documents.)

Sur le chemin de Bâle à Strasbourg on s'est servi de clôtures en lattes de sapin, représentées fig. 16. Elles ne valent pas les précédentes, mais on les préfère dans le pays, parce que le bois de châtaignier y est rare, et que les ouvriers ne savent pas le travailler; elles coûtent le même prix que les treillages.

En Angleterre, les clôtures dans la campagne sont beaucoup plus simples et plus économiques; elles consistent en pieux de bois brut plantés en terre et percés de deux longues mortaises dans lesquelles passent les bouts amincis de perches également

Fig. 25.



brutes. Ces pieux sont distants de cinq à six mètres l'un de l'autre. Entre deux pieux est un piquet plat sur lequel on cloue les perches horizontales. Quelquefois l'on frette le bout des pieux avec une bande de fer plat attachée par deux clous, comme l'indique la fig. 25; souvent aussi, près des villes et dans les pâturages où paissent des bestiaux de petite taille, on tend des fils de fer entre les lisses en bois, ainsi que le montre également la fig. 25.

Sur le chemin d'Orléans, on s'est servi dans quelques endroits de treillage en fil de fer galvanisé.

Lorsque le chemin de fer traverse de grandes propriétés, les treillages sont remplacés par des palis plus élevés et de prix double, ou par des murs.

Les haies peuvent également servir de clôtures au lieu des treillages.

Sur un grand nombre de chemins de fer, on a planté des haies en dedans des treillages posés lors de la construction, afin que, lorsque le treillage sera hors de service, il se trouve remplacé par la haie, qui exige moins d'entretien et forme une meilleure clôture.

CHAPITRE VII.

DES VOITURES OU WAGGONS DE TOUTE ESPÈCE, EMPLOYÉS SUR LES CHEMINS DE FER.

Nous avons annoncé, en commençant cet ouvrage, que nous traiterions dans le septième chapitre des grues hydrauliques, réservoirs, etc. Nous avons cru devoir intervertir cet ordre, parce qu'il nous a paru plus naturel de parler des grues hydrauliques, en traitant des gares dont elles font partie.

Différence entre les waggons et les voitures des routes ordinaires.

Le nom de *waggons*, donné aux véhicules de toute espèce employés sur les chemins de fer, est emprunté à la langue anglaise. Sur les chemins des environs de Paris, le nom de waggons a été plus spécialement réservé aux voitures pour le transport de voyageurs de seconde classe.

Ces véhicules se distinguent essentiellement de ceux employés sur les routes ordinaires, en ce que 1° ils sont tous portés sur quatre roues au moins; 2° les roues sont fixées aux essieux, qui tournent dans des boîtes; 3° les essieux sont toujours parallèles entre eux.

17

Il en résulte que, tournant plus difficilement que les voitures des routes ordinaires, ils ne sont pas, comme le seraient ces dernières, sujets à dérailler à la rencontre du plus petit obstacle.

D'un autre côté, ce mode de construction a pour conséquence une augmentation considérable de résistance au passage des courbes.

Différentes espèces de waggons.

Les waggons diffèrent entre eux, surtout en ce qui concerne la forme des caisses, suivant l'usage auquel ils sont destinés.

On distingue :

1° Les waggons de terrassement;

2° Les waggons d'ensablement;

3° Les waggons pour le transport des voyageurs;

4° Les waggons pour le transport des lettres, le triage s'opérant dans le waggon même;

5° Les waggons pour le transport des voitures ordinaires;

6° Les waggons pour le transport des chevaux ;

7° Les waggons pour le transport des bestiaux;

8° Les waggons pour le transport des marchandises de diverse nature;

9° Les waggons pour le transport de la houille grosse et menue.

10° Les waggons pour le transport des grandes pièces de bois.

Nous traiterons d'abord des travaux de terrassement.

§ 1. **Des waggons de terrassement.**

On appelle waggons de terrassement ceux employés au transport des terres qui servent à composer les remblais.

La caisse dans ces waggons est ordinairement mobile autour d'un axe, de manière à pouvoir se renverser en arrière ou sur le côté, comme celle des tombereaux, pour se vider. Différentes variétés de waggons de terrassement.

La caisse se renversant par l'une des extrémités, le waggon prend le nom de *waggon versant devant* ou simplement *waggon devant*.

Si elle se vide sur le côté, le waggon est un *waggon versant de côté* ou *waggon de côté*.

Il existe enfin des waggons versant à volonté, devant ou de côté.

Le mode de construction le meilleur pour les waggons de terrassement est, selon nous, le plus simple, ou, s'il nous est permis d'employer cette expression, le plus *rustique*. Mode de construction à préférer pour les waggons de terrassement.

Si les waggons de terrassement étaient d'un mode de construction trop délicat, non-seulement le prix en serait élevé, mais encore l'entretien sur les chantiers en deviendrait difficile et coûteux.

C'est au charpentier plutôt qu'au carrossier que l'on doit confier l'exécution de ce genre de waggons.

La capacité des waggons de terrassement dépend

de l'importance du travail auquel ils sont destinés et de la distance qu'ils doivent parcourir.

Il faut les établir plus ou moins solidement selon le temps pendant lequel on présume en faire usage et les circonstances dans lesquelles on se propose de les employer.

Les Compagnies des chemins de Versailles et de Saint-Germain, obligées de se procurer leurs waggons de terrassement, ont imité les waggons employés par les grands entrepreneurs d'Angleterre à exécuter plusieurs chemins de fer importants. Ne pouvant espérer s'en servir pour la construction de lignes plus étendues, elles eussent agi plus sagement peut-être, en s'écartant de ce modèle dispendieux.

On a supposé, à la vérité, que ces waggons pourraient plus tard faire office de waggons d'ensablement pour l'entretien du chemin. C'est une erreur qu'il importe de combattre. Les waggons d'ensablement doivent être plus grands, et construits avec plus de soin que ceux de terrassement. La caisse doit en être suspendue, ce qui n'a pas lieu dans ces derniers.

Les waggons conduits par des chevaux à de petites vitesses, doivent être plus légers que ceux que l'on mène à grande vitesse avec des machines locomotives.

Il serait, au contraire, peu prudent de se servir de waggons légers et faibles sur des plans inclinés,

où ils sont exposés à des chocs violents, ou au fond de tranchées profondes, quand on peut se trouver obligé de jeter les déblais dans le waggon d'une assez grande hauteur.

Conditions diverses que doivent remplir les waggons de terrassement.

Le chargement des waggons se fait souvent par des ouvriers placés sur le chemin même. Il est nécessaire, pour que des hommes de moyenne taille n'éprouvent pas trop de difficulté à l'effectuer, que la hauteur du waggon ne dépasse pas $1^m,60$.

Le poids total doit être, autant que possible, réparti uniformément sur les quatre roues.

La portion du poids de la caisse placée du côté de l'axe où la caisse se renverse, doit être, comme l'indiquent les figures, pl. J_5 et J_7, un peu plus faible que celle placée de l'autre côté, pour que la caisse ne soit pas sujette à de perpétuelles oscillations pendant la marche du waggon ; mais il importe que la différence de charge des deux côtés de l'axe ne soit pas considérable, afin que les ouvriers préposés au déchargement, puissent la faire basculer aisément. La répartition peut d'ailleurs se faire dans le chargement.

L'angle de versement doit être assez grand pour que les terres les plus mauvaises, telles, par exemple, que les terres glaiseuses, humides, puissent couler facilement sur le fonds de la caisse renversée.

Les roues ne doivent pas être de trop petit diamètre, afin que les waggons passent facilement pardessus les pierrailles ou autres obstacles, qui souvent

obstruent la voie, et qu'il ne soit pas trop difficile de les mettre en mouvement.

Il est convenable enfin que le waggon soit disposé de manière que les terres tombent à une certaine distance de la caisse.

Ce n'est que difficilement qu'on peut remplir simultanément, dans la construction des waggons de terrassement, toutes les conditions que nous venons d'énoncer. Nous verrons comment on y est parvenu plus ou moins complétement dans les waggons que les planches de cet ouvrage représentent.

Les waggons de terrassement des chemins de fer de Londres à Birmingham, de Londres à Bristol, de Saint-Germain à Versailles (pl. J_5 et J_7), sont tous composés de deux parties distinctes : 1° le train qui comprend les roues, les essieux, les boîtes à graisse, et un cadre ou châssis posant sur les boîtes à graisse ; 2° la caisse mobile sur deux coussinets appartenant au train.

Des roues des waggons de terrassement.

Les roues des waggons anglais sont plus grandes que celles des waggons français. Elles ont $0^m,75$ de diamètre, tandis que ces dernières n'ont que $0^m,50$. Nous avons déjà, plus haut, appelé l'attention sur les avantages que présentent les grandes roues comme facilitant la locomotion. Il ne faudrait pas croire toutefois qu'en employant ces grandes roues, on diminue la résistance sur la fusée de l'essieu. Le diamètre de la fusée ayant été augmenté dans le même rapport que celui de la

roue, le travail du frottement reste le même. Ce n'est que la résistance au pourtour que l'on affaiblit; mais cette résistance est d'une beaucoup plus grande importance sur des voies provisoires, ordinairement malpropres et couvertes de pierrailles, qu'elle ne le serait sur un chemin définitif en très-bon état.

On a signalé encore comme l'un des avantages des grandes roues celui de pouvoir être employées pour le service de l'exploitation, lorsque le chemin est achevé. Nous ne pensons pas que cette considération doive exercer une grande influence sur le choix des roues, car les plus grandes qui aient été employées pour les waggons de terrassement, n'ayant que $0^{m},75$ de diamètre, sont trop petites pour les waggons de marchandises portés ordinairement sur des roues de $0^{m},90$ à 1 mètre. Elles pourraient servir tout au plus pour les waggons dans lesquels on transporte le charbon de terre, et encore, dans ce dernier cas, faudrait-il les cercler en fer, si l'on voulait marcher à de grandes vitesses. Les roues toutes en fonte, comme celles des waggons de terrassement des chemins de Londres à Birmingham et Londres à Bristol, doivent être complétement rejetées pour le matériel définitif; elles sont, d'ailleurs, presque entièrement usées après quelques mois de service pour les terrassements.

Sur les chemins des environs de Paris, on a adopté dans les waggons de terrassement des roues plus petites que celles des waggons anglais, parce qu'elles

coûtent moins cher, et que, permettant de placer à une moins grande hauteur le centre de gravité du waggon, elle en rendent plus facile l'exécution dans les conditions énumérées précédemment.

Les roues des waggons de terrassement, quelle que soit leur grandeur, sont toujours en fonte, d'une seule pièce. Il est indispensable de les couler *en coquille*, c'est-à-dire dans un moule en métal, de telle façon que le pourtour de la roue, refroidi subitement par le contact du métal, subisse une espèce de trempe. On ménage alors dans le moyeu des fentes, ainsi que l'indiquent les planches de détails, afin que le retrait de la fonte des rais et du moyeu, parties qui se refroidissent moins vite que le pourtour, puisse s'opérer sans difficulté. Ces fentes sont postérieurement remplies avec des cales en fer, et le moyeu, pour résister à l'action du calage, est cerclé avec une frette posée à chaud. (Voir les planches.)

Nous avons vu des roues en fonte qu'on avait négligé de couler en coquille et que cependant on n'avait pas cerclées en fer, usées en quelques semaines.

Des essieux. Les essieux doivent être en fer forgé de première qualité. Ils cassent rarement. Les fusées sur lesquelles sont placées les boîtes à graisse sont seules tournées. Les figures 4, pl. J_6, et 5, pl. J_8, indiquent les dimensions qu'on leur donne le plus généralement. Peut-être, eu égard à ce qu'elles s'usent promptement, par suite de la malpropreté inévitable des

boîtes, serait-il convenable d'en augmenter le diamètre. L'accroissement de résistance qui en résulterait dans des waggons où la principale résistance se manifeste au pourtour des roues, serait peu considérable.

Les fusées sont placées, soit en dehors des roues, comme dans les waggons français, soit en dedans, comme dans les waggons anglais. On leur donne un moins grand diamètre pour une même grandeur de roues, quand elles sont placées en dehors. Cela tient à ce qu'elles ne sont pas alors exposées aux mêmes causes de rupture. Lorsque ces roues, poussées latéralement, viennent à frotter contre le rail par leurs rebords, ce qui arrive fréquemment, elles tendent à se renverser en brisant l'essieu en dedans, près du point où il pénètre dans le moyeu. C'est surtout pour résister à ce genre d'action que les fusées en dedans doivent être plus épaisses.

Des boîtes à graisse.

Les boîtes à graisse des waggons de terrassement sont en général fort simples. Elles sont entièrement en fonte, d'une seule pièce, et fixées directement au brancard par des boulons, qui servent également à maintenir une petite pièce en bois ou une petite plate-bande en fer, au-dessous de l'essieu. Cette pièce de bois ou plate-bande en fer, sert à empêcher la caisse de se soulever et de se séparer du train par les secousses, quelquefois violentes, auxquelles sont exposés les waggons sur des voies grossièrement posées. Il est essentiel que les boulons soient



épais et de bonne qualité, pour résister aux chocs provenant de ces secousses ou de celles qui ont lieu lorsqu'on renverse la caisse pour la vider, et que le train vient à se soulever.

La boîte à graisse des waggons de terrassement de Saint-Germain est assez simple et assez légère, mais elle manque de force dans les parties qui la lient au brancard.

On n'est pas dans l'habitude de séparer dans les waggons de terrassement comme dans ceux d'exploitation, la boîte à graisse en fonte de la fusée en fer de l'essieu, par un coussinet en bronze. Le frottement a donc lieu en fonte et fer. Nous pensons que, malgré la complication qui en résulterait dans la boîte, le coussinet en bronze serait d'un bon usage, même pour les waggons de terrassement.

Il importe, dans les waggons de terrassement, de préserver avec le plus grand soin l'intérieur des boîtes à graisse, et les joints de cette boîte avec l'essieu près du moyeu, de la terre qui peut s'y introduire; on recouvre, dans ce but, les roues d'une planche qui s'étend jusqu'aux brancards, et les boîtes à graisse d'une bande de cuir clouée au brancard.

Du châssis. Le châssis des waggons de terrassement se compose de longrines qui forment les brancards, de traversines de boulons pour maintenir l'écartement, et de croix de saint André en bois ou en fer. Sur le châssis sont fixés les tasseaux qui portent les crapaudines des axes de rotation de la caisse, et ceux

sur lesquels pose la partie postérieure de cette caisse.

Dans les différents waggons représentés pl. J_8 et J_7, ceux du chemin de Bristol exceptés, c'est par les extrémités des brancards que se touchent ou se choquent entre eux les waggons d'un même convoi. Ces extrémités sont appelées, par cette raison, *heurtoirs* ou *butoirs*. Elles sont solidement frettées. Le châssis doit être très-solide, puisque c'est sur cette partie du waggon que s'exercent les plus grands efforts.

Dans les waggons du chemin de Bristol, c'est à l'extrémité des longrines de la caisse que sont placés les heurtoirs. Il nous paraît devoir résulter de cette disposition une grande fatigue pour la caisse.

Les boulons qui servent d'axe de rotation à la caisse tournent dans une boîte en fonte. Dans les waggons de Saint-Germain, et dans quelques-uns de ceux du chemin de Versailles (rive gauche), ces boulons sont maintenus sur cette boîte par des étriers en fer, fort coûteux de construction. Les boîtes tout en fonte des waggons du chemin de Londres à Birmingham sont beaucoup plus économiques; nous les avons essayées, elles nous ont fait un très-bon usage.

Les caisses des waggons de terrassement sont trapézoïdales. On donne une certaine inclinaison aux parois pour faciliter le déchargement. C'est par la même raison qu'on en diminue la profondeur, en augmentant la longueur et la largeur; qu'on évite Des caisses.

avec soin dans l'intérieur de la caisse toute saillie comme celles que produiraient des têtes de boulons ou des écrous, et que l'on pose les planches du fond en long; on réduit ainsi l'angle de versement, ce qui facilite beaucoup l'étude du waggon. Il est convenable toutefois que cet angle ne soit pas de moins de 40 à 45 degrés. Les terres argileuses sous un angle plus faible, et même quelquefois sous cet angle, sont très-difficiles à décharger; les ouvriers sont souvent obligés de les détacher avec des pioches.

Le fond de la caisse ne doit pas être en chêne comme les parois, mais en sapin ou même encore en peuplier; il doit avoir une assez forte épaisseur. Les parois se font en chêne ou en sapin.

Le fond doit être bien soutenu, pour ne pas se percer lorsqu'on jette dans la caisse des pierres, d'une grande hauteur. C'est pourquoi on l'a placé, dans les waggons du chemin de Versailles (rive gauche), sur un châssis spécial, qui n'existe pas dans ceux de Saint-Germain.

L'emploi de ce châssis a obligé d'élever le centre de gravité du waggon, et, par suite, pour rendre le versement possible sous l'angle de 45 degrés, à charger inégalement les deux essieux, en sorte qu'au moment du déchargement les roues de derrière se soulevaient pour retomber ensuite sur le rail. Le choc a dans ce cas occasionné quelquefois la rupture des boîtes à graisse; mais cet accident était rare, et ce déplacement des roues postérieures

CHEMINS DE FER AMÉRICAINS

TRAMWAYS

OU

CHEMINS DE FER A CHEVAUX

PAR

M. LE C^TE ALEXANDRE D'ADHÉMAR

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

PUBLIÉ PAR LES SOINS DE

M. le Comte HENRY BALBIANO DE VIALE.

Un volume in-8 avec figures. — Prix : 4 francs.

Franco par la poste contre un mandat de 4 fr. 50

Cet ouvrage est un traité technique des divers systèmes de chemins de fer à chevaux, question qui est à l'ordre du jour.

Il intéresse à la fois les constructeurs et les communes.

Les constructeurs y trouveront des données pratiques et les devis comparatifs des divers systèmes.

Les communes situées en dehors des grandes voies ferrées à locomotive, y trouveront la connaissance des moyens économiques par lesquels elles peuvent rentrer dans le réseau général des chemins de fer et éviter ainsi l'isolement d'une position excentrique.

Cet ouvrage manquait à la librairie.

Pour donner une idée plus exacte de l'importance et de la valeur de ce livre, nous publions ici un extrait de la table des matières.

EXTRAIT DE LA TABLE DES MATIÈRES.

Cet ouvrage se trouve à la Librairie Scientifique-Industrielle et Agricole

15, QUAI MALAQUAIS, A PARIS.

Paris. — Imprimerie de P.-A. BOURDIER ET Cᵉ, rue Mazarine, 30.

rendait le déchargement du waggon beaucoup plus facile.

Nous recommandons enfin d'assembler avec soin, par embrevement, les traverses du châssis qui porte le fond de la caisse. avec les longrines, si l'on ne veut courir le risque de les voir se fendre au moindre choc.

La porte de la caisse, toujours placée à l'une des extrémités, peut s'enlever comme celle d'un tombereau, ce qui est simple et permet d'abaisser le centre de gravité du waggon, ou d'augmenter l'angle de versement, mais ralentit la décharge; ou bien elle est fixée par des charnières à la caisse, comme dans les différents waggons des planches J_7 et J_8, et alors des arcs en fer placés des deux côtés de la caisse servent, tantôt à la maintenir fermée, tantôt à la soutenir pendant qu'elle est ouverte dans une certaine position. Dans les vaggons du chemin de Versailles (rive gauche), et dans ceux du chemin de Saint-Germain, ces arcs sont disposés de manière que la porte ouverte se trouve dans le même plan que le fond de la caisse, et en devienne ainsi la prolongation. Les terres sont ainsi lancées à une certaine distance des waggons. Dans les waggons anglais, où les portes tombent verticalement, on perd cet avantage et on est obligé de diminuer l'inclinaison de la caisse renversée ou d'élever le waggon, pour que la porte ne frappe pas sur les rails dans le mouvement de bascule.

Dans la disposition des gonds, il est essentiel d'éviter que la terre adhérant à la porte tombe dans le joint et nuise ainsi au jeu de la charnière.

Les portes devant être très-solides, on doit exiger qu'elles soient faites d'une seule pièce.

Toutes les ferrures doivent être de dimensions convenables, et en fer de bonne qualité. Les dimensions que les planches indiquent pour les ferrures des waggons de terrassement du chemin de fer de Versailles (rive gauche), sont celles auxquelles l'expérience a conduit, comme étant les meilleures. Nous avons fait connaître dans les Documents, p. 37, la nature de fer la plus convenable pour la composition de ces ferrures.

La ferrure que l'on appelle *arrêt* ou *bride de bascule*, et qui sert à réunir la caisse au train pendant la marche des waggons, est l'une de celles qui fatiguent le plus; elle éprouve surtout un très-grand effort lorsque les caisses sont trop chargées sur le devant. Il faut, par conséquent, en soigner tout particulièrement l'exécution.

Importance de bien calibrer les différentes ferrures et de débiter les bois aux mêmes dimensions.

Lorsqu'on construit les waggons de terrassement, il ne faut pas songer seulement à les établir économiquement. Ces waggons sont sujets à de fréquentes réparations; il importe de faire en sorte qu'elles soient le moins dispendieuses possible. Une des principales conditions à remplir pour atteindre ce but, est de débiter tous les bois de mêmes dimensions, et de fabriquer toutes les ferrures sur un ca-

libre invariable, afin que les pièces qui composent un waggon puissent servir de rechange pour un autre. Les trous mêmes, dans ces ferrures, doivent être de grandeur uniforme, afin que, lorsqu'on remplace une ferrure par une autre, on ne soit pas obligé d'attaquer le bois, et d'en diminuer ainsi la solidité. Les pas de vis, et ceci est très-important, doivent être aussi de mêmes dimensions, et les boulons doivent être terminés avec la même filière, pour que tout écrou qui se perd puisse être remplacé immédiatement par un écrou du même numéro.

Waggons basculant sur l'essieu.

Dans les waggons de terrassement, employés au chemin de Rouen, représentés planche J_{10}, la caisse posant sans intermédiaire sur les essieux, le waggon est très-simple de construction et très-peu élevé; mais cette disposition ne convient qu'à des waggons versant devant.

Tous les waggons de terrassement, surtout lorsqu'on les emploie sur de fortes pentes, doivent être munis d'un frein. Les planches J_7 et J_8 représentent des freins de différents modèles, tous simples et d'un bon usage.

Le frein des waggons anglais, pl. J_7, a sur celui des waggons français, pl. J_8 (voyez particulièrement les fig. 31 et 33), l'avantage d'agir sur deux roues à la fois; mais on remarquera qu'il n'a pas été possible de l'employer avec les roues de petit diamètre de ces derniers, en conservant l'écartement des essieux. Le levier du frein dans les wag-

gons français est à peu près horizontal, en sorte que l'ouvrier, placé ordinairement debout sur les brancards du waggon, monte sur ce levier pour serrer le frein.

Nombre de waggons versant devant ou de côté.

On calcule le nombre de waggons de terrassement versant devant ou de côté, sur les besoins du service que l'on se propose de faire avec ces waggons; il en résulte que, la proportion de ces deux espèces de waggons employés, variant suivant que les travaux de terrassement sont plus ou moins avancés, une partie du matériel de terrassement se trouverait nécessairement inoccupée, si l'on ne possédait que des waggons versant devant ou de côté. Il faut en outre disposer d'un certain nombre de waggons versant à volonté sur le devant ou sur le côté, comme ceux représentés fig. 3, 3_1, 3_2 et 3_3, pl. J_2. (V. les *Légendes*.)

Marches à faire pour l'exécution des waggons.

Nous avons, au chemin de fer de Versailles (rive gauche), confié l'exécution de la charpente de nos waggons à un entrepreneur, et celle des ferrures à un autre entrepreneur; c'est l'entrepreneur de la charpente qui les a montés et qui a posé les ferrures. Il eût mieux valu charger un entrepreneur unique de la construction entière du waggon; on eût évité des difficultés qui sont presque inévitables lorsque la responsabilité se trouve partagée entre deux personnes différentes. (On verra, page 34 des Documents, que les waggons versant devant du chemin de Versailles (rive gauche), ont coûté

640 fr. 65 c., et ceux de côté 664 fr. 80 c. Les mêmes waggons pourraient aujourd'hui être établis à meilleur marché.)

Ils ont été construits avec une grande solidité, parce qu'ils étaient destinés à marcher à de grandes vitesses avec des machines locomotives. Des waggons, traînés par des chevaux à de petites vitesses, ne devraient pas coûter au delà de 300 à 400 francs.

Les waggons employés sur le chemin de Lille à la frontière belge n'ont coûté, d'après M. Brabant, que 450 francs. (Voyez page 57 des Documents.)

Sur le chemin de Bâle à Strasbourg, on s'est servi du même modèle que sur celui de Versailles (rive gauche). Sur le chemin d'Alais à Beaucaire, on a adopté le modèle anglais.

§ 2. Des waggons d'ensablement.

Nous avons à traiter actuellement d'une des branches les plus importantes de la construction des chemins de fer, l'établissement du matériel définitif, branche jusqu'à ce jour trop négligée.

On s'occupe en général du matériel définitif en dernier lieu, lorsque tous les autres projets sont arrêtés, et en partie déjà exécutés; lorsque les ingénieurs sont absorbés par la conduite de leurs travaux en pleine activité, et qu'il ne leur reste que peu de loisir; lorsque, enfin, le capital social, trop souvent calculé sur des bases inexactes, se trouve

épuisé ou à peu près, et que l'on introduit forcément l'économie dans toutes les branches du service. Il en résulte nécessairement qu'en général le matériel est imparfaitement étudié, et que, ne pouvant laisser au fabricant le temps nécessaire pour faire ses approvisionnements, sécher ses bois et travailler avec soin, on perd le droit d'être exigeant avec lui.

Le choix et la bonne confection du matériel définitif d'un chemin de fer sont cependant d'une grande importance, puisque les frais de son entretien constituent l'une des principales branches des dépenses d'exploitation. Avec un matériel défectueux et mal exécuté, la dépense d'ailleurs n'augmente pas seulement du surcroît des frais d'entretien, mais aussi de celle des frais de traction qu'il nécessite. Les embarras qui naissent dans le service de la fréquence des réparations, sont une nouvelle source de frais, comme une cause d'accidents, et forcent à conserver un matériel de réserve considérable, dont le capital est inactif. Lorsque au contraire le matériel est solide et bien conçu, la réserve peut être très-sensiblement réduite, et ce n'est pas un avantage seulement en ce sens que la somme engagée dans sa construction est plus faible, car l'expérience seule peut révéler les défauts du matériel, et l'on profite de cette expérience, ainsi que des perfectionnements que chaque jour apporte dans l'industrie, lorsque l'on

n'accroît un matériel que progressivement et au fur et à mesure de ses besoins.

Les projets du matériel étant arrêtés, les Compagnies exécutent ce matériel dans leurs propres ateliers, ou en confient la construction à un fabricant. Mode à suivre pour l'exécution du matériel.

Ce second mode est sans aucun doute préférable, surtout pour une Compagnie qui est obligée de créer des ateliers et de former ses ouvriers dans un espace de temps fort court, tout en s'occupant d'autres travaux importants. Il serait d'ailleurs dans l'intérêt de la Compagnie de s'adresser à un fabricant, par cette raison-là seule, qu'elle peut lui imposer une responsabilité pécuniaire qu'elle ne saurait faire peser sur ses propres agents.

Il y a quelques raisons sans doute pour abandonner plus tard ce système, lorsque le chemin est en pleine exploitation; nous croyons toutefois qu'elles ne suffisent pas pour faire renoncer une Compagnie aux avantages qu'elle peut retirer de l'intervention du fabricant.

Ces considérations générales nous ayant paru devoir précéder les détails techniques sur le matériel, nous allons actuellement aborder ces détails.

Les waggons composant le matériel définitif d'un chemin de fer à grande vitesse diffèrent essentiellement des waggons de terrassement ou de toute autre espèce de waggon marchant sur les voies provisoires, en ce que :

1° Les roues ont toutes de 0m,90 à 1 mètre de diamètre.

2° Ces roues sont toutes cerclées en fer.

3° Le moyeu de ces roues est toujours en fonte ; les rais et la partie du pourtour de la roue à laquelle est fixé le cercle extérieur à rebord sont le plus souvent en fer malléable. Quelquefois néanmoins, dans les waggons pour le transport des marchandises seulement, ils sont coulés en fonte avec le moyeu.

4° Les boîtes à graisse en fonte, reposant sur les fusées des essieux, sont toujours munies de coussinets en bronze.

5° Le châssis qui porte la caisse du waggon, ou, dans certains cas, une plate-forme remplaçant la caisse, pose sur les extrémités de ressorts portant eux-mêmes par le milieu sur les boîtes à graisse et liés à ces boîtes par des boulons à brides (fig. 1, pl. F_{11}); ou bien le châssis est suspendu aux extrémités des ressorts (fig. 6, pl. F_{11}); et comme alors les ressorts, étant séparés de la boîte à graisse par le châssis au-dessus duquel ils se trouvent, ne peuvent poser immédiatement sur la boîte à graisse, ils sont enveloppés dans le milieu par une bride fabriquée d'un seul morceau avec une tige cylindrique ou goupille qui, traversant le châssis, pose au milieu de la boîte à graisse.

Souvent encore, comme dans les voitures du chemin de fer de Rouen, bien que le ressort soit

placé sous le châssis, celui-ci est suspendu aux extrémités du ressort par des anneaux en cuir, ainsi que le montrent suffisamment les fig. de la pl. F_{20}.

Dans tous les cas, la boîte à graisse est placée entre les deux saillies d'une plaque en fer battu ou en tôle épaisse solidement fixée au châssis, dite *plaque de garde*, de telle façon qu'elle peut monter en soulevant le ressort ou redescendre ensuite en glissant dans la plaque de garde, mais qu'elle ne se déplace latéralement qu'en entraînant cette plaque, ainsi que le châssis y attenant.

L'écartement des essieux reste alors invariable si, comme sur la plupart des chemins de fer des environs de Paris, la boîte à graisse est rigoureusement comprise dans les saillies de la plaque de garde; ou bien ils ne peuvent se déplacer que d'une quantité que l'on peut déterminer à volonté, lorsque, comme dans les voitures du chemin de Rouen, on a laissé un certain jeu entre la boîte à graisse et les saillies.

Le nombre des essieux varie de quatre à huit. Dans les voitures à huit roues ils ne sont parallèles que deux à deux; dans celles à six les trois essieux sont ordinairement parallèles; sur le chemin de Saint-Étienne cependant on s'est écarté de la règle que nous avons posée précédemment (voy. p. 282) en les rendant mobiles.

Nous examinerons plus loin, en traitant des caisses de voitures et de leurs dispositions, quels sont les

avantages ou les inconvénients que peut présenter l'emploi d'un plus ou moins grand nombre de roues.

6° Les fusées des essieux sont presque toujours placées en dehors des roues.

Nous rappelons que cette disposition permet d'en diminuer le diamètre (voyez p. 291) et de réduire ainsi la résistance.

7° Enfin, le châssis des waggons qui composent le matériel définitif porte, à part quelques exceptions concernant les waggons de marchandises, des ressorts destinés à amortir les chocs ou les secousses provenant des réactions des différentes voitures d'un convoi les unes sur les autres.

Nous allons étudier successivement les différentes parties du matériel définitif, en commençant par les roues.

On emploie dans la construction du matériel définitif des chemins de fer :

Roues diverses.

Des roues entièrement en fonte.

Des roues en fonte cerclées en fer.

Des roues dans lesquelles le moyeu seul est en fonte, les autres parties étant en fer forgé.

On a fait usage aussi de roues avec moyeu en fonte, rais en bois, jante en fonte et cercle en fer, mais pour les locomotives seulement; ce genre de roues est aujourd'hui abandonné.

Les roues entièrement en fonte ne sont, à notre connaissance, employées que sur un seul chemin

de fer à grande vitesse, en Europe, celui de Saint-Étienne à Lyon.

Roues en fonte employées sur le chemin de Saint-Étienne.

« Les roues en fer, dit M. Locart, ingénieur de ce chemin, dans un mémoire publié par les *Annales des ponts et chaussées*[1], sont employées sur presque tous les railways pour les diligences et les tenders. Mais lorsqu'un chemin présente des plans inclinés d'une certaine étendue, tels, par exemple, que celui de Saint-Étienne à Rive-de-Gier, dont la pente est de 1/71 sur une longueur de 21 kilomètres, on est obligé de substituer des roues en fonte à celles en fer. Cette substitution est nécessitée par l'emploi des freins employés à chaque instant, soit pour modérer la vitesse, soit pour arrêter les convois aux abords des stations. Ce fréquent usage des freins abrégerait nécessairement la durée des roues en fer dont les jantes ne tarderaient pas à offrir de nombreuses facettes qui, indépendamment des graves inconvénients signalés précédemment au paragraphe relatif à la rupture des rails, produiraient des secousses continuelles très-incommodes pour les voyageurs. Un essieu garni de deux roues en fer revient à 435 francs, tandis que son prix ne s'élève qu'à 375 francs lorsque les roues sont en fonte. Cette énorme différence justifie pleinement la préférence donnée, sur tous les chemins de fer d'Angleterre, aux roues en fonte pour les waggons

[1] *Annales des ponts et chaussées*, mai et juin 1843.

destinés au transport de charbons. Ainsi, donc sur les railways présentant de longs plans inclinés et dont le trafic principal se compose de marchandises d'un grand poids, comme des pierres, des minerais ou du charbon, il y a avantage à employer des roues en fonte. A la vérité, ces roues se rompent souvent, et les accidents, conséquence ordinaire de leur rupture, peuvent contre-balancer l'économie du prix de revient. A cette objection nous répondrons que le système suivi jusqu'à présent pour la construction de ces roues est loin de présenter les conditions les plus favorables; à notre avis, il est susceptible de grandes améliorations. Du reste, pour donner une idée de la durée des roues en fonte, nous allons citer des faits. Sur le chemin de fer de Saint-Étienne, la proportion des roues brisées ou usées est de 40 pour 100, tandis que, sur le chemin de Stanhope and Tyne, placé à très-peu de chose près dans les mêmes conditions, cette proportion, en ayant égard à la différence des transports, est de 11 1/2 pour 100 seulement. Sur ce dernier railway les roues brisées sont très-rares. Ainsi, pour 2,000 waggons, on en compte par année trois à quatre seulement. Cette énorme différence doit être en grande partie attribuée à la supériorité des fontes anglaises sur les nôtres. »

Nous avons transcrit le passage qui précède comme exprimant l'opinion d'un habile praticien. Nous n'accordons cependant pas, comme lui,



une préférence exclusive aux roues tout en fonte, même sur les chemins qui présentent des plans inclinés d'une certaine étendue. Nous n'avons pas fait d'expériences comparatives sur l'action destructive qu'exercent les freins dans les circonstances particulières où le chemin de Saint-Étienne se trouve placé, mais il nous paraît difficile de croire que des roues cerclées avec des bandages en fer convenablement fabriqués soient incapables d'y résister aussi bien que les roues entièrement en fonte. Ces dernières, d'ailleurs, n'étant pas tournées comme les premières, ne sont jamais ni bien rondes ni bien centrées, et ce qui prouve combien on les a trouvées défectueuses, même sur cette ligne, c'est que depuis peu de temps, suivant une lettre que nous écrit M. Paul Seguin, l'un des administrateurs, on leur a substitué les roues cerclées en fer, pour les diligences, si ce n'est pour les waggons à marchandises.

Sur le chemin de Croydon et sur plusieurs autres chemins d'Angleterre, où l'on trouve cependant des pentes considérables, toutes les roues sont cerclées en fer; quant aux chemins des environs de Newcastle, qui font usage des roues en fonte, ils appartiennent tous à la classe de ceux sur lesquels on dépasse rarement des vitesses de quatre ou cinq lieues par heure, et sont affectés plus spécialement au transport des marchandises qu'à celui des voyageurs.

Sur toutes les grandes lignes où nous avons vu transporter des voyageurs et des marchandises à grande vitesse avec machines locomotives, les roues étaient cerclées en fer; de l'aveu même de M. Locart, elles sont alors préférables aux roues en fonte.

En Amérique, d'après M. Michel Chevalier, on a essayé des roues en fonte avec un cercle en fer compris dans la fonte de la jante et faisant corps avec elle; mais on a dû renoncer à cette disposition, parce qu'elle rendait le travail du moulage excessivement difficile.

On place ordinairement les voitures de voyageurs sur des roues à moyeu en fonte et rais en fer forgé; mais, pour les waggons à marchandises, on se sert souvent des roues à moyeu et rais en fonte. Nous conseillons l'usage exclusif, pour toute espèce de waggons ou voitures de voyageurs, des roues à rais en fer.

Avantages des roues en fer sur les autres espèces de roues.

Les roues à rais en fonte sont plus économiques, mais la différence de prix est trop faible pour compenser leurs défauts. Les roues à rais en fonte, par suite de leur fragilité, exposent à des accidents que l'on n'a pas à redouter avec celles à rais en fer. Qu'un déraillement ait lieu, ou même qu'un essieu vienne à casser, sans qu'il y ait déraillement, les roues à rais en fonte seront sujettes à se rompre, lorsqu'au contraire celles à rais en fer résisteraient. Des vices trop fréquents dans la fonte, une clavette trop fortement ou trop faiblement serrée, un cercle



posé trop chaud, un bandage placé ou enlevé sans précaution, un bandage trop usé, sont autant de causes de rupture qui ont pour conséquence la perte de la roue tout entière. Les roues avec rais en fer sont donc bien supérieures, ne fût-ce que sous le rapport de la solidité. Mais ce n'est pas leur seul titre à la préférence des ingénieurs; elles sont aussi plus élastiques que celles en fonte, et il y a lieu de penser que l'emploi d'une roue rigide doit, par suite des vibrations qu'elle transmet à l'essieu, contribuer puissamment à sa détérioration.

Les roues à rais en fonte avec bandage en fer forgé, en usage sur les chemins de fer pour les waggons de marchandises, et même, en Amérique, pour les locomotives, sont construites de différentes manières. Disposition des roues à rais en fonte.

Le cercle sur lequel a lieu le frottement de roulement étant en fer forgé et indépendant du corps de la roue, celle-ci n'est pas coulée en coquille, et le moyeu n'est pas fendu comme dans les roues des waggons de terrassement. Les rais sont alors à nervures, comme l'indique la fig. 26, et la jante porte aussi un renfort intérieur, ou bien, comme dans les

Fig. 26.



locomotives américaines, ils sont à double nervure

et reliés à la jante, ainsi qu'on le voit fig. 9, pl. F. 17; ou enfin ils sont ronds et creux, comme dans les waggons à marchandises du chemin de Londres à Birmingham (voyez fig. 7, pl. F. 17).

Disposition des roues à rais en fer forgé.

Les roues avec rais en fer forgé sont presque exclusivement construites comme l'indiquent les figures 4, 5 et 6. Les rais se composent alors de bandes de fer plat, de 8 à 9 centimètres de largeur sur 10 à 15 millimètres d'épaisseur, ployées de manière à former des triangles à côtés curvilignes ou rectilignes (fig. 4 et 6), ou des pentagones (fig. 5). Un des sommets de ces triangles ou pentagones se loge dans le moyeu en fonte, et l'un des côtés s'appuie, soit immédiatement contre le cercle extérieur à rebord, soit contre un cercle intermédiaire sans rebord.

Les roues avec un cercle unique sont employées sur tous les chemins anglais, sur les chemins belges et sur celui de Bâle à Strasbourg. Elles sont plus économiques que celles avec deux cercles et font un excellent usage.

Roue du chemin de Londres à Birmingham.

La roue fig. 4 a été dessinée sur le chemin de Londres à Birmingham. On a cintré les rais afin de leur donner plus d'élasticité; celle fig. 6 est celle du dernier modèle du chemin de Bâle à Strasbourg.

Roue du chemin d'Orléans.

La roue fig. 5 a été essayée depuis peu de temps sur le chemin d'Orléans. Les cercles y étant plus également soutenus que dans les autres roues paraissent moins sujets à s'user rapidement que dans



les anciennes roues. Nous conseillons toutefois d'attendre, avant de lui accorder la préférence, qu'une plus longue pratique ait prononcé sur ses avantages.

La roue fig. 8, dite *roue de Bramah*, a été employée sur le chemin de Londres à Birmingham. Elle est d'une construction en même temps ingénieuse et élégante. En examinant la fig. 8, qui représente la coupe transversale d'un rais, on voit qu'il est composé de deux bandes de fer laminées sous une forme particulière et juxtaposées. Roue de Bramah.

Une bande de fer enveloppant la roue porte, comme le montre la fig. 8, une languette qui pénètre dans la rainure des bandes composant les rais. C'est sur cette bande qu'est fixé le cercle à rebord : ainsi disposée, la roue de Bramah est d'une grande élasticité, mais elle est coûteuse.

La roue fig. 3 a été employée sur un tender sorti des ateliers de Hick. On en a fait peu d'usage. Roue de Hick.

Sur le chemin de Bristol enfin, nous avons vu des roues dont les rais étaient remplacés par deux disques de tôle. Elles étaient dispendieuses de construction et manquaient d'élasticité.

La forme et la dimension des bandages sont indiquées dans les fig. 4, 5 et 6. Nous recommanderons de leur donner une grande épaisseur, afin qu'on puisse, lorsqu'ils s'usent, les tourner fréquemment, sans craindre qu'ils deviennent trop minces. L'usage des bandages épais est d'ailleurs Forme et dimensions du bandage.

économique, puisque, contenant plus de matière, ils n'exigent pas un plus grand travail de fabrication.

Ceux dont on se sert pour les voitures doivent avoir, à l'état brut, de 35 à 40 millimètres d'épaisseur dans la partie la plus mince; les bandages de locomotives ont de 45 à 50 millimètres.

On a jugé convenable aussi, sur les chemins anglais les plus récemment construits, d'augmenter la largeur du cercle, afin d'empêcher, en donnant plus de facilité pour le jeu latéral des roues, un frottement trop considérable du rebord. On remarquera que, dans les roues du dernier modèle sur le chemin d'Orléans, la largeur est de 130 millimètres, tandis qu'elle n'était que de 100 millimètres sur les anciennes roues anglaises.

La conicité ou inclinaison du bandage varie suivant la longueur du rayon des courbes du chemin sur lequel les roues doivent être employées.

Sur le chemin de fer de Londres à Birmingham, où les courbes, une seule exceptée, ont au moins 1,000 mètres de rayon, l'inclinaison des bandages est de 1/13, et sur le chemin de Versailles (rive gauche), dont les courbes ont au moins 1,200 mètres de rayon, de 1/12; sur le chemin de Bâle à Strasbourg, où les courbes, en très-petit nombre, sont d'un très-grand rayon, elle ne dépasse pas 1/25.

Les rebords ou bourrelets des roues doivent, aussi bien que le corps du bandage, avoir une grande épaisseur, surtout lorsque les roues doivent par-

courir des courbes de petit rayon. Il faut, autant que possible, que le bourrelet et le corps du bandage soient usés en même temps. Le congé qui raccorde le bourrelet à la jante doit être très-allongé. Enfin, la roue se creusant dans le milieu, il convient de ménager sur le bord de la jante un chanfrein, fig. 27, d'environ 1 centimètre de large.

Fig. 27.



Nous donnerons, dans une des planches de cet ouvrage, le tracé d'un bandage de roue.

Les roues avec rais en fer forgé étant aujourd'hui généralement répandues, nous dirons ici quelques mots de leur fabrication. Mode de fabrication des roues avec rais en fer forgé.

Les bandes qui forment les rais de la roue devant être renforcées dans les angles, comme l'indiquent les figures 4, 5 et 6, on commence par en refouler le fer sur lui-même, de manière à augmenter son épaisseur dans les parties qui doivent être coudées. On place ensuite la bande dans un mandrin en fonte et on la courbe successivement, avec ménagement, de manière à obtenir, à l'intérieur du coude, un angle arrondi, et à l'extérieur un angle vif. Les extrémités qui doivent pénétrer dans le moyeu sont entaillées, ainsi qu'on le voit fig. 6.

Les rais ainsi disposés, on les place dans le moule, en ayant soin que les angles aux extrémités ne se touchent pas; car, s'il en était autrement, le moyeu, en se contractant après la coulée, les serrerait de manière à les faire bomber dans le milieu. On coule ensuite le moyeu, en laissant au-dessus une forte masselote, et, ce qui est remarquable, en versant la fonte dans le moule, aussi froide que possible.

Il semble qu'il serait convenable de décaper les extrémités des rais qui pénètrent dans le moyeu. Beaucoup de roues cependant, pour lesquelles on n'a pas pris cette précaution, font un excellent service.

Le fer pour les bandages doit présenter une grande dureté, sans être cassant. Il ne doit ni s'écailler ni se fendre. Ce n'est que difficilement que l'on peut s'en procurer qui remplisse ces différentes conditions.

On a tenté de fabriquer des bandages composés de fer dur au dehors et de fer doux et nerveux dans l'intérieur; mais les bandes de qualité différente étant souvent mal soudées, les bandages se fendaient concentriquement à la surface de roulement, et les roues étaient rapidement détruites.

Pose des bandages.

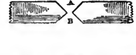
Les bandages, lorsqu'on veut les cintrer pour les poser sur les roues, sont réchauffés dans un four particulier. On leur donne de une à deux chaudes et on les cintre sur un mandrin, soit au moyen de griffes, soit, mieux, au moyen d'un cylindre qui

comprime la bande contre le mandrin auquel elle est attachée par une de ses extrémités. Le cercle cintré, on le soude.

On soudait anciennement les bandages en superposant les deux extrémités amincies de la bande; mais en procédant de cette manière, non-seulement on rencontrait certaines difficultés d'exécution, à cause de la grande surface à souder et de la difficulté de manier la pièce, mais encore on changeait souvent les dimensions du cercle.

On adopte aujourd'hui généralement la méthode suivante : les deux extrémités du bandage sont d'abord refoulées en A et B, et rapprochées comme on le voit fig. 28. On ajoute ensuite à la forge deux

Fig. 28.

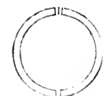


coins qui ont la même épaisseur que le bandage, et dont l'un porte le rebord, puis on chauffe séparément le cercle et les coins, et lorsqu'ils sont à la chaleur soudante, on place les coins dans les entailles A et B, et on les frappe verticalement et horizontalement. Il faut, pour que la soudure s'opère bien, que les deux extrémités de la bande ne se touchent pas, que les deux coins, au contraire, se touchent. Le cercle ainsi soudé, sans qu'il ait changé de dia-

mètre, on le chauffe au rouge et on le place sur un mandrin en fonte, pour en régulariser la forme.

Le mandrin le plus convenable pour des roues de 1 mètre de diamètre est un simple anneau en fonte, tourné et fendu en deux parties, fig. 29. On serre

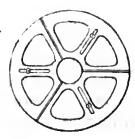
Fig. 29.



ce mandrin contre le bandage, au moyen de cales.

Pour les roues de grand diamètre on emploie des mandrins composés de plusieurs pièces, fig. 30. On

Fig. 30.



en fait aussi usage pour les petites roues, mais les mandrins du premier modèle nous paraissent, dans

ce cas, préférables, à cause de leur extrême simplicité. Un coin conique est enfoncé dans le centre du mandrin, tandis que l'on frappe sur l'autre cercle pour qu'il s'applique exactement contre son pourtour extérieur. Cet appareil est placé sur un large plateau en fonte qui le déborde de tous côtés et qui doit être solidement scellé.

Le cercle une fois mandriné, on le place immédiatement sur la roue, ou, ce qui vaut mieux, on le tourne à l'intérieur, on le réchauffe, et ce n'est qu'après ces deux opérations qu'il est placé sur la roue.

Les cercles qui n'ont pas été tournés n'étant pas de forme régulière et n'adhérant que par quelques points, déforment les roues. Il convient, non-seulement de toujours les tourner intérieurement comme extérieurement, mais aussi de préparer les faces extérieures des rais de la roue à la grosse lime. Lorsqu'on néglige pour les roues de waggons les précautions dont on ne se dispense jamais pour celles des locomotives, les bandages ne tiennent que peu de temps.

Les cercles à rebords sont fixés au pourtour de la roue, au moyen de rivets (voir la planche F_{17}), qui, pour être parfaitement solides, doivent être suffisamment coniques, traverser le bandage dans toute son épaisseur et être posés avec beaucoup de soin.

Sur les chemins belges on emploie de préférence

des vis qui ne pénètrent qu'à une certaine profondeur dans le corps du bandage.

Caractère d'une bonne roue.

Une roue bien faite doit, lorsqu'on frappe sur les rais avec une tige de fer, rendre un son vibrant analogue à celui d'une cloche.

De la forme et des dimensions des essieux.

La rupture des essieux de waggons est beaucoup moins dangereuse qu'on ne le suppose généralement; sur le chemin de Bâle à Strasbourg et sur la plupart des autres chemins de fer, il en a cassé un très-grand nombre sans qu'il en résultât d'accident. Les caisses de voitures étant pour ainsi dire suspendues les unes aux autres, sont guidées et maintenues dans la voie l'une par l'autre, lors même qu'un essieu vient à se briser.

Toutefois, comme il ne faut négliger aucun moyen pour se mettre à l'abri des accidents, même les moins probables; comme aussi l'entretien des essieux peut devenir fort coûteux, dans le cas où ils seraient de mauvaise qualité, mal fabriqués ou de dimensions insuffisantes, nous leur consacrerons un article assez étendu.

Si, d'ailleurs, les essieux de waggons se brisent presque toujours sans accident, le terrible et à jamais déplorable accident du 8 mai a montré quelles pouvaient être les conséquences de la rupture d'un essieu de locomotive. Les observations qui vont suivre et qui sont en grande partie le fruit d'une assez longue pratique, s'appliquent à ces derniers tout aussi bien qu'aux premiers.

La planche F 11 indique la forme et les dimensions d'un grand nombre d'essieux de waggons ou de locomotives.

Les essieux ne se rompent, en général, lors des chocs violents et par la fatigue, qu'au droit de la partie intérieure du moyeu. On citerait difficilement des exemples d'essieux droits qui se soient rompus ailleurs, à moins de défauts graves. C'est en ce point que, indépendamment de la pression de la caisse du chariot, se transmettent tous les efforts que la roue éprouve par la pression du bourrelet contre les rails et toutes les vibrations du corps de l'essieu. C'est celui qui fatigue le plus. Il importe, par conséquent, que l'essieu soit plus résistant en cet endroit qu'en tout autre. Mode de rupture.

Longtemps cependant on a entaillé l'essieu à angle vif, précisément à sa jonction intérieure avec le moyeu, comme dans les essieux fig. 2, 3, 4, et dans celui fig. 6, pl. F 18.

On eût évité cette faute en songeant que le fer coupé à angle vif devient toujours cassant. Que l'on entame une barre avec un outil à tranchant aigu, elle rompra au premier effort; tandis que simplement creusée par un outil à tranchant arrondi, elle ploiera plusieurs fois avant de casser. C'est là un fait bien connu des forgerons.

Citons un autre exemple de l'influence des angles vifs sur la fragilité du fer. Des tiges de suspension employées sur les locomotives du chemin de Bâle à

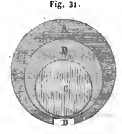
Strasbourg, et dont les vis étaient à angles vifs, avaient bien résisté lorsqu'elles étaient neuves, mais elles se brisaient toutes au bout d'un certain temps. On les remplaça par des tiges avec vis à filets arrondis. Ces dernières, bien que de même dimension que les autres, ont beaucoup mieux résisté.

Nature de la cassure après un certain temps d'usage.

Sur le chemin de Bâle à Strasbourg, effrayée de la rupture de plusieurs essieux de l'ancien modèle fig. 3 et 4, pl. F 18, l'administration jugea convenable de les remplacer tous. On put alors les briser, et l'examen de leur cassure conduisit à des observations assez intéressantes.

La rupture ayant toujours eu lieu suivant la surface de séparation de l'essieu et du moyeu à l'intérieur, la cassure était sensiblement plane et unie, soit que l'essieu eût été cassé dans le service, soit qu'on l'eût brisé à coups de mouton. Le grain très-fin, comme celui de l'acier dans les zones A et B, fig. 31,

Fig. 31.



allait en grossissant vers la zone C, puis devenait absolument semblable à celui du corps de l'essieu

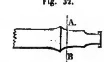
où le fer avait conservé sa texture primitive. La couleur brun de rouille dans la zone A, comme celle de très-vieilles cassures, devenait graduellement moins foncée vers la zone B jusqu'à ce qu'elle disparût entièrement dans la zone C. Les cercles enfin qui enveloppent les zones B et C n'étaient pas concentriques, mais tous tangents au cercle qui représente le contour de l'essieu, en D où se trouvait la clavette.

Ces faits ont été observés sur un très-grand nombre d'essieux qui avaient fait un long service, fabriqués d'ailleurs avec des qualités de fer totalement différentes, du fer de très-bonne qualité, très-nerveux et bien homogène, du fer fabriqué avec des rognures de tôle à texture lamellaire et du fer cassant à gros grains.

On voit, par ce qui précède, comment le service modifie graduellement les essieux. L'oxydation de la cassure dénote assez la présence d'une fente qui se serait successivement agrandie jusqu'au moment de la rupture. Que ce genre d'altération tienne en partie à l'ancien usage de couper les essieux à angle vif contre le moyeu, cela paraît incontestable, mais il ne faudrait pas en conclure qu'on l'évitera complétement en substituant à cet angle un congé arrondi. Des essieux qui dans l'origine avaient été exécutés avec des congés aux portées au chemin de Bâle à Strasbourg ont été, après deux à trois ans d'usage, cassés à coup de mouton. Ils se sont brisés

suivant A B, fig. 32, à l'extrémité du congé, et la cassure a présenté un aspect analogue à celui des

Fig. 32.



essieux de l'ancien modèle. Quelques-uns étant d'excellent fer ont supporté, avant de rompre, jusqu'à quatre coups d'un mouton de 600 kilogrammes qu'on laissait tomber d'une hauteur de 5 mètres, tantôt sur un côté, tantôt sur l'autre.

Changement de texture de barres de fer dans des cas analogues.

Ce changement de texture qui a lieu dans le fer des essieux et que nous venons de signaler a été constaté par des praticiens, non-seulement dans des cas parfaitement semblables, mais encore dans des circonstances simplement analogues. Ainsi, on avait employé à Toulon, pour équilibrer un pont-levis, deux cylindres en pierre roulant sur une voie courbe; ces cylindres étaient liés par un essieu en fer construit dans les arsenaux de la marine avec du fer à câble corroyé, et participaient, ainsi que leur axe, à toutes les vibrations du tablier du pont. Après dix-huit mois de service, l'axe, malgré son excellente qualité, rompit au passage d'une malle-poste et tomba en plusieurs morceaux. Un des chevaux fut tué. Le même axe, rétabli avec du fer absolument semblable et enveloppé de bois, a depuis lors parfaitement résisté. L'emploi du bois pour détruire les

vibrations des essieux et empêcher ainsi leur altération a, du reste, été reconnu efficace par les entreprises de messageries.

Modifications apportées dans la construction des essieux sur le chemin de Bâle à Strasbourg.

Voici maintenant comment, se fondant sur les observations faites, on a modifié au chemin de Bâle à Strasbourg la construction des essieux.

Les dimensions en ont été augmentées, surtout dans le voisinage des cales. La différence de diamètre entre la partie comprise dans le moyeu et le corps de l'essieu est rachetée par une partie conique fig. 9, pl. F 18, et c'est au sommet de l'angle saillant que correspond le plan intérieur du moyeu de la roue. Le moyeu est alesé de manière à porter toujours exactement sur le cône, et il est entré de force sur l'essieu, de manière à refouler un peu le fer; la roue est fixée par trois clavettes.

Si l'on a employé trois clavettes au lieu d'une seule, ce n'est pas dans le but de s'en servir, comme on le faisait dans l'origine, pour centrer les roues, mais afin de prévenir autant que possible l'altération de l'essieu, puisque, ainsi que nous l'avons vu, cette altération paraît être moins sensible dans le voisinage des clavettes. La roue une fois ajustée sur l'essieu, une seule cale suffirait à la rigueur pour la maintenir.

Les fusées des essieux fig. 9 sont très-éloignées des moyeux et ont une grande longueur; on les eût rapprochées de la roue et on ne leur eût pas donné au delà de 10 centimètres de longueur, si les di-

mensions adoptées n'eussent pas été commandées par le mode de construction du matériel.

Le diamètre des fusées est de 65 millimètres; il est bon de le tenir un peu fort, afin de pouvoir, sans inconvénient, mettre, en cas de besoin, la fusée sur le tour.

Enfin, on a remarqué que les coussinets en bronze s'usaient moins rapidement lorsqu'on donnait aux collets de la fusée une grande hauteur et qu'on en rendait la face intérieure plane.

Les nouveaux essieux du chemin de fer de Bâle à Strasbourg sont fabriqués en corroyant ensemble sept barres de fer plat de 13 millimètres de largeur et de 27 millimètres d'épaisseur; ces barres doivent avoir été préparées entièrement au charbon de bois et forgées au marteau. L'essieu est amené, toujours sous le marteau et sans étampe, à la forme représentée fig. 10. C'est ainsi que les forges le livrent aux ateliers mêmes du chemin de fer, où il est terminé *entièrement à froid*. C'est pour assurer plus d'homogénéité au fer qu'on évite de le réchauffer, bien que le travail à froid soit plus coûteux; si l'essieu était réchauffé par les bouts, il y aurait, avant même qu'on se fût servi de l'essieu, modification de texture, précisément au point où cette modification a lieu plus tard par l'usage.

Epreuves auxquelles on soumet les essieux.

Quelques-unes au moins des barres qui doivent composer l'essieu et tous les essieux sont soumises à une épreuve.

Souvent on essaie les essieux des voitures employées sur les chemins de fer comme ceux de l'artillerie, soit en les posant sur des appuis dont l'écartement est constant et en laissant tomber d'une hauteur donnée, sur le milieu de la barre de fer, un mouton d'un certain poids, soit en laissant tomber la barre elle-même horizontalement, d'une certaine hauteur, sur des blocs de métal [1]; mais comme ces essais fatiguent beaucoup les essieux, on n'y soumet qu'une petite portion de chaque livraison prise au hasard, et l'on ne saurait employer sans quelque imprudence les essieux ainsi éprouvés.

Sur le chemin de Bâle à Strasbourg et sur celui de Saint-Germain on procède différemment. Chaque essieu étant forgé avec un excédant de longueur de 25 à 30 centimètres, on rogne les bouts en les entaillant à froid de manière à en déterminer la rupture et on les brise au marteau. Par ce moyen on peut non-seulement apprécier la résistance totale du fer, mais encore examiner sa texture et s'assurer de sa qualité.

Ces fragments, marqués au nom du fabricant et au numéro de l'essieu dont ils proviennent, sont conservés comme pièces justificatives de la bonne qualité des fers employés et comme moyens d'observations ultérieures.

Prix de fabrication.

Fabriqués de la manière que nous avons décrite

[1] Voir aux Documents une note sur ces essais.

plus haut, les essieux reviennent, sur le chemin de Bâle à Strasbourg, à 1 fr. 8 c. le kilogramme, le fer marchand valant à l'usine 55 francs les 100 kilogrammes. L'essieu brut, y compris les portions de barre réservées pour l'épreuve, pèse 156 kilogrammes.

Les essieux, avant d'être placés sur les waggons, sont enveloppés dans du bois : quelle que soit l'influence du bois, elle ne peut être nuisible.

Les roues étant fixées sur l'essieu, comme nous l'avons dit plus haut, au moyen de trois clavettes, il n'est pas nécessaire, lorsqu'elles sont entrées juste, qu'elles soient soutenues par un épaulement bien élevé; c'est toujours en dehors qu'elles sortent lorsqu'elles viennent à se décaler.

Le jeu qu'on laisse entre le bourrelet de la roue et le rail doit être d'environ 3 centimètres.

Les cercles des roues ne doivent être tournés à l'extérieur et latéralement que lorsque les roues sont calées sur l'essieu.

Des boîtes à graisse.

Les boîtes à graisse reposent sur les essieux; il est naturel par conséquent de les étudier immédiatement après les essieux.

Importance d'un bon graissage.

Le frottement au pourtour des roues n'oppose, sur les chemins de fer en bon état, qu'une très-faible résistance; mais celui sur les fusées des essieux pourrait en produire une très-grande si on ne l'adoucissait en lubréfiant les fusées avec le plus grand soin.

On trouve d'ailleurs dans un bon graissage l'avantage de diminuer considérablement les frais d'entretien des fusées, et par conséquent ceux du waggon.

On se sert, pour le graissage des essieux de waggons, sur tous les chemins de fer que nous avons visités, celui de Lyon à Saint-Etienne excepté, de graisse proprement dite. Sur le chemin de Saint-Etienne on emploie une espèce d'huile ou graisse très-liquide. Nature des graisses.

Nous donnons, aux Documents, une note sur la composition et sur la préparation de la graisse la plus généralement préférée. On varie la composition de cette graisse suivant les saisons, de manière qu'elle soit toujours suffisamment fusible.

M. Locart, ingénieur du chemin de Saint-Etienne, dans le mémoire que nous avons déjà cité, exprime sur le graissage l'opinion suivante : Opinion de M. Locart sur le graissage.

« Le système de graissage doit aussi influer sur la détérioration des essieux ; ainsi, avec le système employé surtout pour les diligences, et qui consiste à mettre de la graisse assez épaisse dans un réservoir placé au-dessous de l'essieu, la fusée n'est graissée que lorsque le frottement a suffisamment échauffé le réservoir pour faire fondre la graisse. Mais bien évidemment cette chaleur ne peut avoir lieu qu'au détriment de l'essieu, dont elle doit modifier la texture. Sous ce rapport, le système employé depuis longtemps sur le chemin de Saint-Etienne

est de beaucoup préférable; la graisse, au lieu d'être à l'état de pâte, est très-liquide; elle est placée dans un réservoir en contre-bas de l'essieu, et dans lequel est un petit cylindre en bois que des ressorts obligent à être continuellement en contact avec la fusée. Ce cylindre, mis en mouvement par l'essieu même, amène constamment de la graisse sur la fusée. Ce système permet d'employer pour la graisse une composition dont le prix revient à 14 francs les 100 kilogrammes. »

Quoi qu'il en soit, c'est dans une espèce de bassin ou cavité ménagé à la partie supérieure de la boîte au-dessus de l'essieu que la graisse est contenue, dans la plupart des voitures de chemin de fer que représente notre atlas; elle tombe du bassin sur la fusée de l'essieu par un trou cylindrique.

Forme et dimensions des boîtes.

Le principe de construction des boîtes à graisse est toujours le même; elles ne diffèrent entre elles que par la forme de quelques détails.

Déjà nous avons dit plus haut que les boîtes à graisse étaient entièrement en fonte, à part un coussinet en bronze qui, placé dans l'intérieur de la boîte, pose sur la fusée de l'essieu.

Elles se composent toutes de deux pièces en fonte (voir les fig. 4 et 4_1, pl. F 13), dont une, celle qui est placée sous la fusée, n'a d'autre utilité que de préserver la roue de la poussière et de recevoir la graisse qui s'écoule après avoir passé sur la fusée.

Les boîtes à graisse des chemins de fer belges

(fig. 2 et 2_8, pl. F 14) sont très-simples de construction, mais la poussière s'y introduit facilement vers la fusée de l'essieu.

Celles dont on se sert sur la plupart des autres chemins sont terminées postérieurement par une espèce d'anneau à rebord dans lequel s'engage un disque en tôle fixé au moyen de la roue qui, s'enduisant promptement de graisse, empêche les grains de sable entraînés par la roue, ainsi que la poussière, de pénétrer dans la boîte.

Pour bien comprendre toute l'importance de ce disque, il suffit d'examiner un convoi marchant à grande vitesse en été; il soulève toujours un nuage de poussière qui enveloppe le waggon jusqu'à une certaine hauteur.

C'est dans le même but que les joints de la boîte à graisse sont faits sur deux plans. (Voir fig. 4 et 4_1, pl. F 13.)

L'ajustement et le montage des essieux, boîtes à graisse et plaques de garde, doivent fixer toute l'attention de l'ingénieur.

Le diamètre des coussinets doit être un peu plus grand que celui des fusées, et quand les coussinets s'usent, il faut avoir grand soin de les retoucher, afin d'empêcher qu'ils serrent la fusée latéralement, ce qui rendrait les frottements très-durs et ferait inévitablement *chauffer* les boîtes.

Les boîtes à graisse doivent être solidement assujetties, afin que, l'essieu venant à se rompre au ras

du moyeu, les roues soient maintenues par les fusées, qui, placées en dehors, restent engagées dans la boîte. Des roues convenablement appuyées sur les boîtes peuvent soutenir même une locomotive pendant un certain temps et empêcher un accident grave, si ce n'est, néanmoins, dans un cas pareil à celui de l'événement du 8 mai, où la machine vient à rencontrer un obstacle tel qu'un passage de niveau ou un changement de voie qui en rend la chute presque inévitable.

On remplit cette condition en donnant à toutes les parties de la boîte à graisse, et notamment aux boulons qui la fixent au ressort, une solidité suffisante pour résister non-seulement au service habituel, mais encore aux chocs imprévus, et en rapprochant la partie inférieure de la boîte de la fusée de manière que celle-ci, retenue par le collet de l'essieu, ne puisse s'en séparer.

C'est donc à tort que dans les locomotives on supprime souvent la demi-boîte inférieure.

Dans quelques voitures du chemin de Bâle à Strasbourg, les roues sont maintenues, en cas de rupture des essieux, au ras du moyeu, non-seulement par les fusées, mais encore par des pièces spéciales fixées au châssis qui font l'effet de guides.

Jeu des boîtes sur le chemin de Rouen.

Nous avons dit que les boîtes à graisse, tantôt étaient rigoureusement comprises entre les saillies des plaques de garde, de manière à ne pouvoir jouer que dans la direction verticale, tantôt avaient un

peu de jeu dans la direction de l'essieu et dans celle du mouvement des waggons.

Cette dernière disposition facilite le passage des courbes et rend le mouvement des voitures beaucoup plus doux; on l'a essayée sur le chemin de Bâle à Strasbourg, et on en a été satisfait. Ce qui a paru remarquable surtout dans les expériences, c'est qu'en ligne droite et dans les courbes de grand rayon, le châssis étant suspendu aux ressorts, comme on le voit fig. 6, pl. F_1, le waggon étant soigneusement monté et les roues jumelles étant d'un diamètre parfaitement égal, la boîte à graisse restait pendant la marche au milieu de la plaque de garde, sans la toucher.

Les coussinets dans deux vaggons, dont les boîtes à graisse avaient été montées de cette manière, se sont à la vérité usés rapidement et inégalement, mais on ne peut affirmer que cela tienne au jeu des boîtes.

L'essai a été fait également sur des locomotives, et a conduit à conclure que cette disposition des boîtes était très-convenable pour les roues de derrière.

Elle paraît plus particulièrement avantageuse lorsque les ressorts sont suspendus à des menottes en cuir presque horizontales; elle réussit toutefois, comme le prouvent les expériences faites sur le chemin de Bâle à Strasbourg, avec des ressorts d'un autre genre.

Le jeu, dans les voitures de Rouen, est, de chaque côté, de six millimètres dans la direction de l'essieu, et de dix dans la direction perpendiculaire.

Quand les boîtes à graisse ne peuvent se mouvoir que dans la direction verticale, il est nécessaire de laisser à l'essieu du jeu dans la boîte, suivant sa longueur.

Précautions à prendre pour conserver les boîtes en bon état.

Lorsqu'on met un waggon en service, il faut le visiter souvent pendant qu'il marche ou lorsqu'il est au repos après avoir marché ; si les boîtes chauffent et que la graisse coule liquide de toutes parts, on doit démonter les boîtes et les poser de nouveau jusqu'à ce qu'elles cessent de chauffer. Si la boîte a chauffé très-fortement, et qu'alors, ce qui arrive très-fréquemment, la fusée contienne des parcelles de bronze incrustées, il faut la limer de manière à faire disparaître toutes les *piqûres;* autrement elle continuerait à chauffer, elle userait très-promptement les coussinets de l'essieu, et finirait par se rompre en occasionnant un accident.

Quand les fusées des voitures neuves ne chauffent que légèrement, on y porte quelquefois remède en se bornant à mélanger de la fleur de soufre avec la graisse.

Il ne faut pas se contenter de visiter les boîtes à graisse extérieurement à chaque voyage; il est nécessaire, quand les voitures ont marché quatre à cinq jours de suite, de lever les caisses et châssis et de visiter les fusées, les boîtes et les coussinets;

puis, au bout d'un certain temps, il faut nettoyer les boîtes.

Le meilleur moyen de nettoyer les boîtes est de les laver dans l'eau chaude, qui dissout la graisse ordinairement employée; lorsqu'on se contente d'essuyer la boîte, il reste toujours du sable contre les parois.

Les boîtes à graisse ayant cessé de chauffer, il importe de les tenir dans un état parfait de propreté; pour cela on doit toujours fermer avec soin les seaux que l'on remet aux graisseurs, et les punir lorsqu'ils les laissent ouverts. Il convient aussi de ne jamais ajouter de la graisse dans une boîte sans avoir enlevé la partie supérieure de celle qui restait et avoir essuyé les bords : sans ces précautions, on risquerait d'introduire du sable avec la graisse dans le seau.

Lorsqu'on applique rigoureusement les règles que nous venons de poser, le roulage est très-doux, la consommation de graisse très-faible et l'usé des coussinets presque nul. Sur le chemin de Versailles, la consommation de graisse, qui s'était élevée dans l'origine, jusqu'à 50 kilogrammes par jour, avait été, de cette manière, réduite à 8 kilogrammes par mois, pour un service journalier de vingt-quatre convois de six voitures environ, parcourant environ 17 kilomètres.

Un waggon de voyageurs mis en expérience a parcouru 28,470 kilomètres, et les quatre coussi-

nets n'ont perdu ensemble qu'environ 1 gramme de leur poids.

Mode de suspension des voitures.

Les voitures marchant à grande vitesse sur les chemins de fer sont généralement suspendues, mais le mode de suspension en est assez grossier, et loin d'égaler pour la perfection celui de nos voitures ordinaires.

Dispositions diverses des ressorts.

Tantôt les ressorts, avons-nous dit plus haut, portent directement par leur milieu sur les boîtes, tantôt, mais plus rarement, ils y sont suspendus.

On leur a donné, jusqu'à ces derniers temps, sur nos chemins de fer français, une grande épaisseur et une très-forte courbure, et on les a placés directement sous les brancards.

Dans ce cas, les ressorts, pour être bien faits, ne doivent avoir de courbure réelle que vers le milieu, et sur un tiers de leur longueur totale. Ils doivent être presque droits aux extrémités, et terminés par une seule feuille ou par deux feuilles dont celle inférieure n'a vers son extrémité que la moitié de l'épaisseur de la feuille supérieure. Si on donnait à ces ressorts une courbure régulière sur toute leur longueur et qu'on les composât de plusieurs feuilles aux extrémités, ils fléchiraient dans le milieu, seraient très-durs et se déformeraient promptement.

Sur les chemins anglais les plus récemment construits, et sur le chemin de Rouen, le mode de

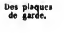
suspension est supérieur à celui des voitures de nos anciens chemins français. Les ressorts presque droits sont beaucoup plus élastiques, et les menottes de cuir auxquelles sont suspendues les extrémités en rendent le mouvement très-doux. Sur le chemin badois, on emploie aussi des ressorts très-légers soutenus par une bande de cuir. Nous en donnerons le dessin.

Les ressorts des voitures sur les chemins de fer ne doivent pas être trop faibles, car il est nécessaire qu'ils puissent, lors des sorties de voies, résister de manière à ne pas augmenter la gravité des accidents par leur rupture.

Nous ne nous étendrons pas ici sur les conditions de fabrication des ressorts de waggons. Elles sont les mêmes que pour les ressorts des voitures ordinaires.

Épreuves auxquelles on soumet les ressorts.

Quant à l'essai qu'on leur fait subir, il consiste simplement à les redresser à froid au moyen d'une presse et à les abandonner ensuite à eux-mêmes. S'ils sont de bonne qualité, ils doivent reprendre leur forme primitive.


Des plaques de garde.

Les plaques de garde, dans lesquelles jouent les boîtes à graisse, sont indifféremment en tôle ou en fer battu.

L'effort du moteur qui s'exerce directement sur les châssis des voitures, se transmettant aux boîtes à graisse et aux essieux par l'intermédiaire des plaques de garde, du moins lorsque les boîtes à graisse

n'ont pas de jeu comme dans les voitures de Rouen, et les oscillations des essieux dans le mouvement de lacet agissant également sur les plaques de garde, au moyen des boîtes, il est nécessaire, pour que ces plaques puissent résister, qu'elles soient très-solidement fixées au châssis, et que la distance de la boîte à graisse au brancard qui mesure la longueur du bras de levier à l'extrémité duquel l'effort agit en ébranlant la plaque de garde, ne soit pas trop grande.

Moyens pour fixer solidement les plaques de garde.

On remplit la première condition en multipliant les boulons qui fixent les plaques de garde aux châssis et les disposant convenablement; la seconde, en plaçant les ressorts au-dessus des châssis, comme dans la voiture de luxe du chemin de Versailles (voyez fig. 6, pl. F_{12}), et dans un grand nombre de locomotives, en le plaçant sur le côté du châssis et l'y suspendant, ainsi qu'on le voit dans les voitures belges (voyez fig. 1, pl. F_1), ou enfin en employant des ressorts plats semblables à ceux des voitures du chemin de Rouen.

Le nombre des boulons qui servent à fixer la plaque de garde est ordinairement de quatre ou de cinq, formant deux rangées parallèles. Il faut que les boulons de la rangée inférieure soient autant que possible très-écartés les uns des autres. Les plaques de garde, après avoir été bien dressées et planées, doivent être forées avec soin, et les boulons tournés dans toute leur longueur, de manière que

leur diamètre soit bien exactement le même que celui des trous.

Déjà, en traitant des boîtes à graisse, nous avons fait sentir combien il importait de poser avec une attention toute particulière les plaques de garde dont le montage détermine pour ainsi dire la place des boîtes à graisse et des essieux. Lorsque les plaques de garde sont mal posées, la résistance du waggon est considérable et les coussinets ainsi que les rebords des roues s'usent très-promptement.

Montage des plaques de garde.

Il ne suffit pas, pour que ces plaques de garde soient bien placées, que les essieux se trouvent parallèles entre eux. Il faut encore qu'ils soient perpendiculaires à l'axe de figure du châssis et que leur milieu soit placé exactement sur cet axe, qui est aussi la ligne de traction.

On ne peut obtenir cette précision dans la pose des plaques de garde qu'au moyen d'un tracé géométrique fait pour chaque châssis. On ne parvient jamais à remplir toutes ces conditions en posant les plaques de garde avec un gabari.

Une fois les plaques de garde fixées au châssis, lorsqu'on s'est assuré qu'elles étaient posées avec l'exactitude nécessaire, on monte le châssis avec ses plaques de garde sur les ressorts, les boîtes à graisse et les essieux. On place les caisses et on met le waggon en circulation, mais il ne faut pas négliger d'examiner, après quelque temps de service, si

les plaques de garde ne se sont pas dérangées, car presque toujours le bois du châssis travaille par suite de son exploitation à l'air, du mouvement des assemblages et de la charge qu'il supporte, et il faut retoucher les plaques de garde.

Les plaques de garde ne sont généralement dressées que du côté intérieur. Il convient de dresser les deux faces contre lesquelles appuient les rebords de la rainure de la boîte à graisse.

Les saillies des plaques de garde sont toujours entretoisées au-dessous de la boîte à graisse, comme on le voit sur les planches. L'entretoise a pour but, non-seulement d'augmenter la solidité de la plaque, mais aussi de permettre, en cas d'accident, de lever la caisse de la voiture pour la remettre sur la voie sans que les essieux s'en séparent.

On a essayé de placer cette entretoise exactement au-dessous de la boîte à graisse, mais elle choquait les boîtes à graisse et les brisait.

Emploi des plaques de garde doubles.

On relie souvent les plaques de garde placées d'un même côté du châssis par de grands boulons. Cette disposition, en maintenant l'écartement des essieux, permet d'employer des freins qui ne pressent les roues que d'un seul côté, en dedans.

Souvent aussi on pose pour chaque boîte à graisse deux plaques de garde, une de chaque côté du brancard, et on les réunit solidement l'une à l'autre, par des pièces de fonte, des boulons ou des rivets.

Les châssis qui reposent sur les ressorts, ou qui

leur sont suspendus, servent eux-mêmes de supports aux caisses de voitures. C'est toujours sur les châssis, et à leurs extrémités, ou plutôt sur l'appareil élastique de traction et de choc, qui en fait partie, que s'exerce directement l'effort de traction ou qu'ont lieu les chocs.

Si l'on examine les châssis des voitures de plusieurs chemins de fer, on trouve des différences assez sensibles dans leur mode de construction. Toutefois on peut les ranger tous dans deux catégories : l'une contenant les châssis *doubles*, tels que celui des diligences du chemin de Londres à Birmingham (fig. 1 et 2, pl. F_3) ; l'autre, les châssis *simples*, semblables au châssis des voitures ordinaires du chemin de Versailles (rive gauche), fig. 1, 2, 6 et 7, pl. F_{10}).

Les châssis doubles sont composés de deux cadres établis avec des pièces de bois de faible équarrissage, et armés de ferrures plus ou moins compliquées. Le cadre supérieur est séparé du cadre inférieur par les traverses sur lesquelles il s'appuie.

L'espace compris entre les deux brancards placés d'un même côté du châssis double, sert ordinairement à loger, soit les extrémités des ressorts de choc ou de traction, comme dans les diligences du chemin de Londres à Birmingham, ou dans la voiture de luxe du chemin de Versailles (rive gauche), soit des ressorts de suspension, comme dans les diligences à quatre roues du chemin de Londres à

Bristol, et dans la voiture de luxe du chemin de Versailles (rive gauche).

Le châssis simple nous paraît préférable au châssis double.

· Il est beaucoup moins coûteux et plus solide. A la vérité, il est plus sujet à se déformer par le jeu des bois, mais il l'est moins par l'usage. On combat les effets du jeu des bois par une bonne combinaison de la charpente, par l'application des ferrures et par le choix des bois.

La caisse des voitures posant, lorsqu'on se sert du châssis double, immédiatement sur les brancards, sa largeur se trouve limitée par l'écartement de ces brancards. Quand, au contraire, on fait usage du châssis simple, elle est portée par des traverses qui peuvent dépasser les brancards, et l'on n'est plus assujetti à lui donner une largeur invariable. C'est un nouvel avantage que possède le châssis simple, et qui n'est pas sans quelque importance.

Nous étudierons comme châssis *doubles*, ceux :

Des diligences du chemin de fer de Londres à Birmingham ;

Des diligences à quatre roues du chemin de Londres à Bristol ;

Des voitures du chemin de Glocester ;

De la voiture de luxe du chemin de Versailles (rive gauche) ;

Des anciennes voitures du chemin d'Orléans ;

Des anciennes voitures du chemin de St-Germain.

Comme châssis *simples*, ceux :

Des voitures de troisième classe du chemin de Londres à Birmingham ;

Les voitures à six roues du chemin de Londres à Bristol ;

Des voitures ordinaires du chemin de Versailles (rive gauche) ;

Des voitures des chemins belges et du chemin de Bâle à Strasbourg ;

Des voitures des chemins allemands ;

Des voitures du chemin de Rouen.

Le châssis des diligences du chemin de Londres à Birmingham, représenté fig. 1 et 2, pl. F_2, appartient à la classe des châssis doubles.

Composé de pièces de bois d'un faible équarrissage, il manquerait de solidité sans les nombreuses ferrures qui en réunissent et consolident les différentes parties. Ainsi, les deux brancards placés d'un même côté sont réunis par des entretoises qui ont la forme de double T, et les extrémités liées aux traverses par de doubles équerres. Les contrevents sont également fixés aux traverses et aux brancards au moyen d'équerres, et le centre du châssis est consolidé par la ferrure qui maintient et guide les ressorts. Enfin, le châssis est doublé en dessous, dans toute son étendue, d'une plate-bande en fer qui est boulonnée aux brancards et aux traverses, et d'où se détachent des branches dans la direction des contrevents.

Les ressorts de choc et de traction sont au nombre de quatre, deux pour le choc et deux pour la traction.

Il résulte de leur disposition que le châssis peut être considéré comme en étant indépendant et destiné seulement à les porter. Les ressorts supportent seuls la fatigue des actions et réactions dirigées dans le sens de la traction on en sens contraire. On peut donc, dans un convoi composé de voitures construites dans ce système, considérer les voitures comme attachées simplement à un grand appareil composé de ressorts.

Les ressorts de traction étant réunis par leurs extrémités, réagissent les uns sur les autres de telle façon qu'ils peuvent résister aux plus grands efforts sans que le châssis en souffre. Il en est de même des ressorts de compression, s'appuyant l'un contre l'autre par leurs points milieux, et réunis en cet endroit par des brides.

Si l'on étudie la planche F_{16} qui donne les détails de cet appareil de traction et de choc, on remarque que les tiges de traction sont taraudées, afin de permettre de bander les ressorts lorsque la fatigue en diminue la flèche. Ces tiges sont rondes dans toute leur longueur, et carrées dans le guide voisin du crochet. L'expérience a prouvé qu'on ne pouvait sans inconvénient s'écarter des dimensions qu'indique la fig. 1, et qui vont en diminuant lorsqu'on s'éloigne des tampons.

La plaque qui porte le tampon est en fer forgé. Elle est rapportée à l'extrémité de la tige, et y est fixée au moyen d'une rivure.

Les tampons étaient dans l'origine en bois garni de cuir rembourré. On leur a substitué des tampons tout en bois, qui font le même usage et coûtent moins d'entretien. Ces tampons en bois doivent, pour ne pas se fendre, être munis d'une frette en fer incrustée dans leur épaisseur.

Les plaques de garde sont fixées au brancard inférieur par des pattes que traversent les boulons d'assemblage, et au brancard supérieur par un boulon unique. Les boulons se trouvant ainsi fort écartés les uns des autres, la plaque est très-solidement fixée.

La distance qui sépare les plaques d'un même brancard, et par conséquent les essieux, semblerait devoir être égale à la moitié de la longueur du châssis; elle est cependant sensiblement plus grande. Cela tient à ce que, l'on a remarqué que, quand les essieux étaient trop rapprochés, lès extrémités du châssis étant mal soutenues, ne tardaient pas à se courber.

Le châssis des diligences du chemin de Londres à Birmingham, tel que nous venons de le décrire, est extrêmement léger, et cependant il est suffisamment solide; mais il est très-dispendieux et manque peut-être de rigidité.

Sur quelques chemins de fer on ne peut réparer



l'appareil de traction, ou même remplacer un boulon, sans enlever la caisse ou même sans désassembler une partie du châssis. Il en résulte de grands embarras pour le service de l'entretien. Le châssis du chemin de Londres à Birmingham a cela d'avantageux que les pièces qui le composent peuvent au contraire se démonter et se remonter très-facilement.

Le châssis des voitures de seconde classe, sur ce chemin, est absolument semblable à celui des voitures de première classe; il a seulement moins de longueur.

Quant au châssis des voitures de troisième classe, comme il ne se compose que d'un seul cadre, nous devons le ranger parmi ceux de seconde espèce, que nous décrirons plus loin.

Le châssis des voitures de première classe, à quatre roues, du chemin de Londres à Bristol, représenté pl. F_8, fig. 3 et 3_1, est, quant à la charpente, tout à fait semblable à celui du chemin de fer de Londres à Birmingham. Les ressorts de traction et de choc sont supportés, comme dans ce châssis, par deux traverses dans lesquelles les contrevents viennent s'assembler, et par deux pièces de bois reposant sur les traverses *h* et *h'*.

La disposition de ces ressorts suffisamment expliquée dans la légende de la planche d'ensemble F_4, et dans celle de la planche de détails F_{21}, est beaucoup plus simple que celle des ressorts du

châssis double du chemin de Londres à Birmingham, et remplit cependant le même but.

On voit effectivement que les waggons construits de cette manière se trouvent, lorsqu'ils sont attelés les uns aux autres dans un même convoi, réunis, comme ceux du chemin de Londres à Birmingham, par une espèce de chaîne élastique qui sert en même temps à mettre en mouvement le convoi tout entier, et à diminuer l'intensité des chocs. Chaque châssis est alors traîné par son centre, et l'action se transmet de ce point aux brancards par l'intermédiaire des contrevents et des brancards, directement à la caisse qu'ils portent, ou indirectement par l'intermédiaire des plaques de garde aux essieux et aux roues. Chaque pièce du châssis n'étant ainsi soumise à l'action des forces qui sont appliquées au châssis que dans la direction suivant laquelle sa résistance est la plus grande, le châssis n'éprouve que le moins de fatigue possible.

Cet appareil de choc et de traction toutefois a été abandonné, parce que les points *o* et *o'* d'attache des triangles de traction étant très-rapprochés du centre de gravité, il en résulte que les voitures prennent trop facilement le mouvement de lacet.

Les ressorts de suspension dans les voitures du chemin de Bristol, dont nous décrivons le châssis, sont placés entre les deux brancards, et reposent sur les boîtes à graisse, comme la figure l'indique, par l'intermédiaire d'une tige ronde ou goupille

qui traverse le brancard inférieur. Cette tige se termine dans sa partie supérieure par une bride embrassant le ressort.

On retrouve la même disposition dans la voiture de luxe du chemin de Versailles (rive gauche), et dans un grand nombre de machines locomotives.

Dans ce cas, le ressort conserve invariablement sa position, pourvu que les extrémités soient, comme dans les locomotives, attachées à des brides mobiles tournant autour de points fixes pris sur le châssis ou tige verticale liée au châssis; si, au contraire, les extrémités du ressort sont libres, la tige verticale qui porte le milieu du ressort tend à se fausser, et il est absolument nécessaire que la boîte à graisse soit parfaitement guidée et que le ressort lui-même soit maintenu par des plaques de fer fixées sur les côtés du châssis aux deux brancards. La pose de ces plaques étant d'ailleurs facile et peu dispendieuse, nous recommanderons d'en faire usage, lors même que la disposition des ressorts ne l'exigerait pas.

En plaçant le ressort entre les deux brancards, au lieu de le placer sous le brancard inférieur, on abaisse le centre de gravité de la voiture et on diminue la longueur des plaques de garde; d'un autre côté, on ne peut donner ainsi beaucoup de flèche aux ressorts et la pose en devient très-difficile. Le châssis des voitures de première classe du chemin de Glocester (pl. F_3, fig. 1-14,) est un châssis



double aussi bien que celui des diligences du chemin de Londres à Birmingham, ou que le châssis des voitures à quatre roues du chemin de Bristol; mais, l'espace entre les brancards n'étant, dans ce châssis, occupé ni par les extrémités des ressorts de choc ni par les ressorts de suspension, on n'a pu avoir d'autre motif pour l'adoption du brancard double que le désir de rendre le châssis plus léger et d'un aspect plus agréable.

Formé de brancards et de traverses réunis par une double croix de Saint-André, il nous paraît bien combiné pour résister à toute déformation provenant du jeu de ses différentes pièces.

Les ressorts de traction et de choc sont de l'espèce des ressorts dits *ressorts en spirale* ou *ressorts à boudin*. Emploi des ressorts à boudin.

On prétend généralement qu'ils conservent moins longtemps leur élasticité que les ressorts ordinaires et qu'ils ne peuvent résister à de grands efforts. Sur le chemin de Strasbourg à Bâle, toutefois, on a essayé des ressorts en spirale composés d'un alliage particulier inventé par M. Klein, et on en a été fort satisfait.

Ces ressorts portaient aisément un poids de 800 kilogrammes. Sous une charge de 1,200 kilogrammes ils se sont affaissés au point que toutes les spires s'étaient rapprochées jusqu'au contact. On les a laissés dans cet état pendant vingt-quatre heures, puis on a retiré la charge. Les ressorts sont

revenus alors à leur position primitive, après avoir perdu 2 millimètres seulement en hauteur.

On se propose d'essayer des ressorts de cette composition sur des waggons. L'usage paraît devoir en être dans certains cas très-avantageux.

Le châssis des voitures du chemin de Glocester n'est pas, comme celui des diligences du chemin de Londres à Birmingham, placé entièrement au-dessus des ressorts de suspension. Il est suspendu à ces ressorts au moyen des traverses, de telle façon que les extrémités du ressort sont placées sur le côté du brancard. Les ressorts ne reposent pas sur les boîtes à graisse, ils passent en dessous.

Le châssis et par conséquent les caisses de voitures se trouvent ainsi très-rapprochés du sol.

En général, il nous paraît très-convenable d'abaisser le centre de gravité des voitures, quel que soit d'ailleurs le moyen employé pour y parvenir.

Les voitures peu élevées sont plus stables et beaucoup plus commodes pour le service. Les voyageurs peuvent y monter et en descendre aisément en un point quelconque de la ligne, en sorte que la construction des trottoirs aux stations devient inutile.

Quant au mode de suspension des châssis aux ressorts par les traverses, nous devons dire qu'il présente moins de solidité que la suspension par les brancards. La différence, à la vérité, n'est pas assez grande pour qu'elle puisse exercer une in-

fluence sensible sur les frais d'entretien dans les cas ordinaires, du moins lorsque la suspension a lieu comme dans les voitures du chemin de Glocester, mais elle peut augmenter le danger dans le cas d'un déraillement ou dans tout autre cas d'accident. Nous ne saurions trop insister sur la nécessité de donner à toutes les parties du châssis, quel que soit d'ailleurs le rôle qu'elles jouent, une résistance assez grande pour qu'elles puissent supporter les chocs violents auxquels les convois se trouvent exposés dans des circonstances aussi nombreuses.

Châssis de la voiture de luxe du chemin de Versailles (rive gauche).

Le châssis de la voiture de luxe du chemin de Versailles (rive gauche) nous offre un troisième modèle de châssis double.

La croix de Saint-André de ce châssis se compose de pièces courbées à la vapeur. On a employé sur le même chemin des châssis dans lesquels ces pièces étaient droites et se croisaient au moyen d'une entaille à mi-bois comme dans le châssis des voitures allemandes, pl. F_{24}. Ces derniers étaient un peu moins dispendieux que les précédents et ont paru suffisamment solides.

On s'est également servi avec avantage du châssis avec double croix de Saint-André, comme celui des voitures du chemin de Glocester.

Le châssis de la voiture de luxe du chemin de Versailles (rive gauche) ne porte que deux ressorts sur le milieu desquels s'exerce l'effort de traction,

tandis que celui de compression agit aux extrémités.

Cette disposition de l'appareil de choc et de traction est fort économique ; mais comme le poids des ressorts de traction et de choc agissant sur les extrémités, tend à courber le châssis dans le sens vertical, on est forcé d'écarter les essieux plus encore que dans les diligences du chemin de Londres à Birmingham, et les efforts de traction ou de compression n'agissant plus sur un système de ressorts indépendants du châssis, tendent à disloquer ce dernier et le fatiguent beaucoup.

Les ressorts de suspension sont placés entre les deux brancards, comme dans les voitures du chemin de Bristol. Nous avons déjà fait connaître les avantages et les inconvénients de cette disposition.

La planche fig. 13 représente, à l'échelle du dixième, toutes les ferrures du châssis que nous venons de décrire. La légende fournit les explications nécessaires à son intelligence.

Sur le chemin de fer d'Orléans on avait adopté dans l'origine un châssis semblable par l'ensemble de la construction, à cette exception près que les ressorts de suspension, au lieu d'être placés entre les deux branches, se trouvaient au-dessous du brancard inférieur.

Ce châssis a été abandonné sur le chemin d'Orléans comme sur celui de la rive gauche, et remplacé par un châssis simple, dans lequel l'appareil de choc et de traction repose sur le milieu du châssis.

Le châssis employé sur les chemins belges pour les voitures de première, de seconde et de troisième classe (voyez pl. F_1, fig. 1-10), se compose de quatre traverses et de deux brancards qui reposent sur des traverses auxquelles ils sont boulonnés. Les roues sont placées entre les traverses, en dehors des brancards. Châssis belges.

Les caisses, dont le fond est formé de deux cadres indépendants, représentés fig. 2, pl. F_1, reposent sur les brancards.

Ces cadres, quoique faisant partie des caisses, peuvent être également considérés comme appartenant au train ou à son châssis, car elles lui sont liées invariablement et servent à guider les appareils de traction et de choc.

Les plaques de garde représentées dans la planche de détails F_{14}, fig. 3, 3_3, sont posées en dehors des roues, d'une traverse à une autre, et fixées à ces traverses par des saillies en équerre, ainsi qu'on le voit fig. 3 et 3_1.

Les ressorts, reposant sur les boîtes à graisse, portent le châssis suspendu à leurs extrémités par quatre des traverses.

Les ressorts de choc et de traction sont placés aux extrémités du train. Les tampons sont à l'aplomb des brancards et glissent ainsi que les extrémités du ressort dans des pièces spéciales en fonte.

Le châssis belge présente plusieurs inconvénients graves.

N'étant entretoisé par aucune pièce oblique, il se déforme facilement et les essieux perdent leur parallélisme.

Les brancards reposant sur les traverses, à une assez grande distance des extrémités, et les ressorts qui servent d'appui au système étant fixés aux extrémités, la charge fait ployer les traverses. On sait qu'une pièce de bois s'infléchit progressivement sous une charge même assez faible. De là donc une nouvelle cause tendant à changer la forme du châssis.

La caisse étant fixée au train, les réparations deviennent difficiles, et par conséquent coûteuses.

Les ressorts de choc et de traction, enfin, se trouvant, comme dans le châssis de la voiture de luxe du chemin de Versailles (rive gauche), aux extrémités du châssis, présentent les mêmes inconvénients. Cependant, comme ils sont beaucoup plus légers, le châssis éprouve moins de fatigue, du moins en ce qui concerne l'action du poids des ressorts.

Châssis allemands.

Le châssis des voitures allemandes (fig. 1_3, pl. F_{24}) a beaucoup d'analogie avec celui des voitures belges ; il lui est supérieur, cependant, en ce qu'il est consolidé par une croix de Saint-André.

Châssis des voitures de Saint-Germain.

Les ferrures dans le châssis double des diligences de Saint-Germain, pl. F_7, fig. 1-5, sont en beaucoup moins grand nombre que dans celui du chemin de Londres à Birmingham. Ce châssis est plus

simple de construction et présente moins d'assemblages; mais, aussi bien que ce dernier, il manque de rigidité, car, malgré le poids des ressorts placés au milieu, il se courbe aux extrémités. Cette déformation du châssis tient d'ailleurs également à ce que les essieux sont placés exactement au-dessous des centres de gravité de chaque moitié de la caisse. Cette disposition, quoique théoriquement la plus convenable, a toujours pour conséquence l'abaissement des extrémités de la voiture.

Ce système présente comme tous les autres du même genre l'inconvénient d'exiger des ressorts d'une grande longueur, très-pesants et très-coûteux.

Si nous descendons aux détails de construction, nous trouvons que la tige des tampons est carrée. Les tiges carrées ne valent jamais les tiges rondes, l'ajustement en est difficile et dispendieux. Celles des voitures de Saint-Germain, construites à une époque où l'on manquait encore d'expérience, sont, en outre, de trop faibles dimensions.

L'emmanchement des ressorts avec la tige des tampons, pl. F_8, fig. 1 et 1_1, est beaucoup trop compliqué. Il suffit que la tige porte sur le ressort par son extrémité comme dans les voitures du chemin de Londres à Birmingham.

Les plaques de garde sont trop longues, trop grêles, et elles ne sont pas fixées assez solidement aux brancards.

Les boîtes à graisse ne sont pas convenablement guidées.

Les coulisses sont trop courtes. Elles devraient frotter dans toute leur hauteur contre la plaque de garde. On eût évité, en leur donnant plus de longueur, le frottement qui a lieu entre les brides de ressort, frottement qui use promptement ces brides et les déplace.

Châssis des waggons de 2e classe des voitures de Saint-Germain.

Le châssis des waggons de deuxième classe du chemin de Saint-Germain, pl. F_7, fig. 6-10, diffère essentiellement de celui des voitures de première classe. Il est simple, et ne portait dans l'origine ni ressorts de choc, ni ressorts de traction. Mais l'expérience a bientôt conduit à l'addition de ces ressorts.

Ce châssis qui, comparativement à ceux que nous avons étudiés jusqu'à ce moment, semble offrir un excès de solidité, se courbe encore; mais il est à remarquer que les essieux des voitures de deuxième classe du chemin de Saint-Germain sont trop rapprochés, comme ceux des voitures de première classe. On trouve aussi les mêmes défauts dans les plaques de garde et les boîtes à graisse.

Châssis des voitures du chemin de Versailles (rive droite).

Le châssis des voitures du chemin de Versailles (rive droite) est à peu de chose près semblable à celui des waggons de deuxième classe du chemin de Saint-Germain. Il n'en diffère qu'en ce que la moise, qui se trouve au milieu du châssis dans les waggons de Saint-Germain, est remplacée, dans les

voitures de Versailles, par quatre traverses qui servent d'appui aux extrémités des ressorts de choc et de traction (voy. pl. F_8), et en ce que la flèche ne se prolonge de chaque côté que jusqu'à la dernière de ces traverses, afin de faire place aux appareils dont ces ressorts constituent les pièces principales.

Ce système fonctionne bien, mais il exige quatre ressorts, dont le poids charge outre mesure les extrémités du châssis, sur lequel réagit ainsi l'effort de traction que les ressorts ont à supporter.

Cette disposition présente en outre tous les inconvénients de l'emploi d'un seul tampon, inconvénients que nous indiquerons plus loin en traitant des attelages.

Châssis du chemin de Versailles (rive gauche).

Le châssis des voitures de la rive gauche, pl. F 10, fig. 7, est, comme on le voit, solidement établi au moyen de deux forts brancards, d'une croix de Saint-André, composée de deux pièces cintrées au feu, fixées aux angles et boulonnées en leur milieu à une flèche qui ne s'étend que sur une partie de la longueur du train, et de cinq larges traverses qui supportent le plancher de la caisse en des points très-rapprochés, et qui servent en même temps de guides aux tiges des appareils de traction.

L'emploi des pièces cintrées a été évité sans inconvénient dans un second modèle du même châssis, et dans un troisième modèle, fig. 2, pl. F_{10},



l'un et l'autre mentionnés plus haut, page 356. On a en outre, dans ce dernier, amélioré le système d'entretoise, qui, cependant était déjà assez satisfaisant. La croix de Saint-André, dans le premier modèle, rencontrait les brancards sous un angle trop aigu; on a remédié à ce défaut en substituant à cette croix unique une double croix.

Quant à l'appareil de choc et de traction pour la description duquel nous renvoyons à la légende, on voit qu'il est fort simple, qu'il n'exige que des ressorts de petite dimension, et qu'il ne tend pas à déformer le châssis par son poids, ni ne le fatigue par l'action ou la réaction des forces appliquées aux ressorts.

Les plaques de garde sont disposées de manière à ce que le rang inférieur de boulons qui les fixe au brancard, et qui doit offrir le plus de résistance, comprenne une grande longueur de bois. On évite ainsi que dans un choc ou dans tout autre accident les brancards soient fendus.

Si donc on considère l'ensemble du châssis de la rive gauche, on le trouve placé dans de très-bonnes conditions; aussi, cette partie du matériel du chemin de la rive gauche n'a-t elle, depuis plusieurs années, exigé presque aucune réparation.

On ne peut lui reprocher qu'un seul défaut grave, celui de n'admettre qu'un seul tampon, comme le châssis de la rive droite, et des châssis d'un système analogue en usage sur le chemin de Newcastle

à Sunderland (Brandling, junction Railway).

Les châssis des voitures du chemin de Saint-Etienne, pl. F_{22} et F_{23}, dépourvus de croix de Saint-André et mal assemblés, doivent être sujets à se déformer. Châssis des voitures du chemin de Saint-Etienne.

Dans les voitures à quatre roues de ce chemin, les essieux étant très-rapprochés, le train doit se courber et la caisse doit avoir un mouvement continuel de balancement très-désagréable pour les voyageurs. Ce mouvement n'a pas lieu, sans doute, dans les voitures à six roues. Plus loin, ainsi que déjà nous l'avons annoncé, nous traiterons complétement, à l'article des caisses de waggons, des avantages et des inconvénients respectifs des voitures à quatre, à six et à huit roues.

Les ressorts se trouvent entre deux brancards, ne nous paraissent pas heureusement disposés. Les appuis sont trop éloignés des roues. Le graissage doit être difficile.

Le châssis est trop étroit pour qu'on puisse établir la caisse solidement avec la largeur convenable.

Nous devons déclarer aussi, que nous ne sommes en aucune manière partisans des roues extérieures avec fusées intérieures. Cette disposition, quoi qu'on en ait dit, nous paraît fort dangereuse. Sans doute, si, dans le cas de rupture, l'essieu se brise au-dedans de la boîte à graisse, comme on l'a supposé dans des expériences faites avec des locomotives

sur le chemin de Londres à Birmingham, la roue se maintient sur le rail; mais, si, au contraire, l'essieu se brise au ras du moyeu, accident qui a eu lieu précisément sur le même chemin, comme pour démentir le résultat des expériences, la roue se détache entièrement de la voiture et le déraillement immédiat ou la chute de la caisse, devient inévitable. Or, ne sait-on pas qu'il y a plus de chances que la rupture ait lieu au ras du moyeu, plutôt que partout ailleurs ?

Le système des boîtes à graisse est très-simple, mais il suppose qu'on se sert d'huile pour le graissage, et avant de remplacer la graisse si généralement préférée, par l'huile, il y aurait lieu à faire des expériences comparatives, afin d'apprécier la dépense, le frottement et l'usé des essieux ?

Quant au mérite réel des ressorts de traction, nous ne pouvons que nous étonner de l'opinion favorable qu'exprime à cet égard l'ingénieur du chemin de Saint-Etienne, lorsque nous savons qu'on a renoncé presque généralement à en faire usage, surtout quand ils fatiguent autant que dans les waggons. Peut-être conviendrait-il de les soumettre à de nouveaux essais.

Les emmanchements ne nous paraissent pas très-heureux, les tiges sont mal guidées ou même ne le sont pas du tout. Les butoirs sont lourds, mal supportés, et excluent l'emploi des tendeurs.

Enfin, nous résumerons notre opinion sur l'ap-



pareil de choc et de traction des voitures de Saint-Etienne, en disant que cet appareil sent la ferraille et paraît trop l'ouvrage du serrurier plutôt que celui du mécanicien.

Le châssis du chemin de Paris à Rouen, pl. F_{20}, est, de tous les châssis que nous connaissons, l'un des plus simples et des mieux combinés. Châssis des voitures du chemin de Rouen.

L'ensemble en est très-*mâle*. Toutes les parties en sont solides et bien assemblées.

Les ressorts de choc et de traction, semblables à ceux de suspension, sont d'un poids raisonnable, et ils ne risquent pas de fatiguer le châssis en jouant, par suite des efforts que les tiges leur transmettent.

Les tiges de tampon sont forgées d'une seule pièce avec la plaque qui porte le disque en bois. Il est facile de les établir de cette manière, lorsqu'on est convenablement outillé, et l'on remédie ainsi au peu de solidité des plaques rivées.

Nous avons déjà exprimé une opinion favorable sur la disposition des ressorts de suspension, ayant peu de flèche; ils sont très-doux.

Les boîtes à graisse ont, à notre avis, un défaut, celui de laisser pénétrer la poussière sur la fusée de l'essieu, par leur partie postérieure qui n'est pas garantie comme dans les voitures des autres chemins de fer établis aux environs de Paris.

Nous avons décrit les différentes espèces de châssis que portent les caisses des waggons du ma- Différentes variétés de caisses.

tériel définitif. Nous allons nous occuper actuellement des caisses elles-mêmes, dont la forme varie, avons-nous dit, selon l'usage auquel le waggon est destiné.

Caisses des waggons d'ensablement.

Nous commencerons par celles des waggons d'ensablement, que nous avons classés plus haut, immédiatement après les waggons de terrassement.

La caisse des waggons d'ensablement est ordinairement une simple caisse plate de faible profondeur, ne différant de celle des waggons de terrassement qu'en ce qu'elle n'est pas susceptible de se renverser et de se vider par une des extrémités; cette caisse est chargée et vidée à la pelle. Il importe qu'elle soit plate et large, afin qu'on puisse décharger le sable rapidement.

On a essayé au chemin de Versailles (rive gauche) des waggons d'ensablement avec des caisses profondes qui se vidaient par une trappe, sans qu'on arrêtât le convoi; mais le sable jaillissant quelquefois dans sa chute sur les rails, on a éprouvé quelques difficultés à s'en servir, et il ne paraît pas que les résultats obtenus jusqu'à présent avec ces waggons, soient assez avantageux pour qu'on puisse en recommander l'usage.

Si ces caisses, étant de grande dimension, deviennent très-lourdes quand elles sont remplies de sable, on les place sur six roues, comme au chemin de Saint-Germain et sur les deux chemins de Versailles; mais elles ne sont portées que par quatre

roues sur d'autres chemins de fer où leur capacité est moins grande.

On a quelquefois, dans le but de tirer parti du matériel provisoire des terrassements, essayé d'employer les waggons de terrassement comme waggons d'ensablement. Ces derniers fatiguant beaucoup la voie parce qu'ils ne sont pas suspendus et que la construction en est généralement assez grossière, nous regardons ce genre d'économie comme fort mal entendu. L'usage de waggons avec des roues en fonte, déjà en partie usées et souvent de petit diamètre, est d'ailleurs dangereux.

§ 3. Des waggons pour le transport des voyageurs.

Sur les chemins de fer, les marchandises sont généralement placées dans les waggons spéciaux; elles ne sont pas, comme dans les diligences des routes ordinaires, chargées sur l'impériale, ou du moins elles ne le sont qu'en petite quantité. Cette répartition du poids sur les voies de fer est, sans doute, préférable, en ce qu'elle diminue la hauteur du centre de gravité des voitures, et, par suite, les chances de renversement; aussi voit-on depuis quelque temps, même sur les grandes routes, des voitures remplies exclusivement de voyageurs, accompagnées par des fourgons ne portant que des marchandises. Si l'usage de séparer ainsi les voya-

Distribution du poids dans les voitures de chemins de fer.

geurs des marchandises ne s'est que peu répandu jusqu'à ce jour, c'est que sans doute les diligences des routes ordinaires ne trouvent que rarement leur chargement complet en voyageurs ou en marchandises, et qu'il devient alors nécessaire de réunir les deux genres d'objets de transport, afin de tirer un meilleur parti du moteur en augmentant le rapport du poids utile au poids mort. Sur les chemins de fer, on doit également s'appliquer à diminuer la charge inutile; mais comme le moteur n'est pas aussi coûteux et qu'il développe le plus souvent un excès de puissance, on se préoccupe moins de cette considération, et on sacrifie l'économie à la sûreté.

La charge en marchandises sur l'impériale des waggons servant au transport des voyageurs par les chemins de fer, se trouvant supprimée ou très-faible, celle en voyageurs peut naturellement devenir d'autant plus considérable. Les caisses des waggons sont, par cette raison, beaucoup plus grandes que celles des voitures ordinaires, et, pour l'agrément des voyageurs, elles sont le plus ordinairement, du moins dans les waggons de première et de seconde classe, divisées en plusieurs compartiments.

Caisses des voitures de voyageurs.

Dispositions générales.

Les caisses des berlines ou voitures de première classe, sur les chemins anglais et sur ceux des environs de Paris, offrant la réunion de trois caisses de berline ordinaires juxtaposées, ou de deux



caisses de berline et une caisse de coupé, sont ainsi divisées en trois compartiments. D'autres fois, composées de deux caisses de berline ordinaire et de deux caisses de coupé, elles présentent quatre compartiments.

Sur les chemins de fer belges, sur plusieurs chemins allemands et sur le chemin de Bâle à Strasbourg, les caisses ne sont plus à surface bombée comme celles des berlines ; les parois sont planes, et les divisions placées à l'intérieur, ordinairement au nombre de trois, ne sont plus accusées à l'extérieur, comme dans les berlines, par les inflexions de la surface.

Il en est de même dans les voitures de seconde classe, plus particulièrement nommées waggons sur les chemins de fer des environs de Paris, et dans lesquelles on compte trois ou quatre compartiments.

Dans certains waggons de troisième ou de quatrième classe, et même dans ceux de deuxième classe, comme ceux des chemins de fer belges et du chemin de Bâle à Strasbourg, représentés pl. F_{11}, fig. 4-8, les subdivisions sont complétement supprimées. Ces waggons sont très-fatigants pour les voyageurs, qui ne peuvent pas s'appuyer.

On établit dans quelques cas des banquettes sur les impériales. Les voyageurs placés sur ces banquettes sont ordinairement fort incommodés par le courant d'air et par les petites particules de coke

échappées de la cheminée de la locomotive, qu'il entraîne; toutefois elles sont très-recherchées au chemin de Versailles (rive gauche), où les trajets sont toujours très-courts.

Largeur. Pour loger le plus de voyageurs possible dans les caisses des voitures employées sur les chemins de fer, il faut adopter le maximum de largeur que permettent les dimensions de la voie et de l'entre-voie. En augmentant la longueur au delà de certaines limites, on accroît outre mesure l'écartement des essieux, et par suite la résistance dans les courbes.

Le maximum de largeur que l'on soit parvenu à donner aux caisses de voitures sur nos chemins des environs de Paris, dans lesquels l'écartement des rails de la voie est de 1^m,50, tandis qu'il est de 1^m,80 pour l'entrevoie, est de 2^m,40. On peut alors placer sur chaque banquette cinq voyageurs.

Longueur. Les caisses n'étant composées que de trois compartiments, la longueur de chaque compartiment peut être calculée de manière à satisfaire le voyageur le plus exigeant.

Sur le chemin de Rouen, chaque compartiment des caisses de berline a 1^m,60 de longueur, et sur celui d'Orléans 1^m,65 (voyez pl. E 19). Sur le chemin de Birmingham, cette longueur est de 1^m,55 seulement (voyez pl. F 2, fig. 3); sur le chemin de Versailles (rive gauche), de 1^m,73 pour les voitures ordinaires (fig. 3, pl. F 12), et de 1^m,83 pour les

voitures de luxe ; sur le chemin de Saint-Germain, de 1^{m},70 (fig. 3, pl. F 7). Nous pensons qu'il convient de se renfermer entre les limites de 1^{m},60 et de 1^{m},70. Il est inutile de dépasser 1^{m},70, pourvu toutefois que l'espace sous les banquettes soit libre de manière à ce qu'on puisse loger les jambes en les étendant. Au-dessous de 1^{m},60, la voiture devient incommode pour les voyageurs de grande taille.

Les caisses de coupé ne doivent pas avoir moins de 1^{m},13 de longueur, comme celles du chemin de Versailles (rive gauche). Celles du chemin de Versailles (rive droite, qui n'ont pas 1^{m},13, sont trop courtes. Au chemin d'Orléans, on emploie pour les longs trajets des voitures composées de deux caisses de berline et d'une seule caisse de coupé. La caisse de coupé a jusqu'à 1^{m},85 de longueur, et les places, au nombre de trois seulement, sont séparées par des accotoirs comme dans les berlines anglaises.

Lorsque les caisses de waggons de seconde classe sont divisées en quatre compartiments, comme au chemin de fer de Versailles (rive gauche), il n'est plus possible de conserver une longueur de 1^{m},60 à chaque compartiment. Celle de 1^{m},375, adoptée sur ce chemin (voyez pl. F 9, fig. 6), est rigoureusement suffisante, mais alors il faut donner plus de hauteur aux banquettes.

On est commodément assis sur des banquettes

larges de 50 centimètres, comme celles des berlines du chemin de Rouen. Des banquettes de 43 centimètres suffisent pour les waggons de seconde classe (pl. F 9).

Hauteur.

Il est convenable que les caisses de voitures aient une certaine hauteur, afin que les voyageurs puissent rester assis sur les banquettes avec leurs chapeaux, sans toucher l'impériale, et sortir ou entrer dans l'intérieur sans trop se baisser. La hauteur de 1m,50, adoptée sur le chemin de Versailles (rive gauche), après plusieurs essais, nous paraît convenable.

Il y aurait avantage cependant à augmenter cette hauteur, afin de pouvoir ventiler la voiture dans sa partie supérieure comme on l'a fait au chemin de Bristol (voyez pl. F 4). L'impériale n'étant pas chargée, on ne changerait pas de cette manière sensiblement la position du centre de gravité des caisses.

Ventilateur employé au chemin de Bâle à Strasbourg.

Dans les voitures ordinaires, l'impériale ne s'échauffe que faiblement, parce qu'elle est recouverte par les bagages; il en est tout différemment dans les waggons de chemin de fer, où elle est frappée directement par les rayons du soleil.

Sur le chemin de Bâle à Strasbourg, on place en été, sur chaque caisse, deux ventilateurs cylindriques d'environ 30 centimètres de diamètre, composés de tuyaux verticaux concentriques recouverts d'un petit toit en tôle. Des ouvertures,

pratiquées dans ces tuyaux, coïncident ou sont fermées par suite d'un mouvement de rotation qu'on imprime au tuyau extérieur, et le courant d'air dû à la vitesse du convoi suffit pour renouveler l'air, en l'attirant par la partie supérieure. C'est le voyageur lui-même qui, au moyen d'un bouton qui est à sa portée, manœuvre l'appareil et règle le tirage.

On s'occupe en ce moment d'apporter quelques perfectionnements à cet appareil, qui ne fonctionne pas toujours d'une manière parfaitement satisfaisante.

Comme il importe que, sur les chemins de fer surtout, les voyageurs puissent monter rapidement en voiture et en descendre de même, afin de diminuer la perte de temps aux stations, il faut que les portières soient en grand nombre et le plus larges possible. Dimensions des portières.

En Belgique, on se sert de waggons de troisième classe à trente places, dans l'intérieur desquels on ne peut pénétrer que par deux portières, une de chaque côté. Il en résulte une grande lenteur dans le service, et beaucoup de gêne pour les voyageurs, qui ne peuvent arriver à certaines places ou les quitter qu'en passant par-dessus les banquettes en dérangeant leurs voisins. Cet inconvénient se fait sentir au plus haut degré sur le chemin de fer de Bâle à Strasbourg, où l'on emploie le matériel belge, et où les stations sont très-nombreuses.

On doit en général ménager une portière de

chaque côté, au moins, pour deux banquettes sur lesquelles les voyageurs sont assis en sens opposés, lorsque les banquettes sont placées transversalement sur toute la largeur de la caisse. Quand elles sont placées transversalement sur une partie de la largeur seulement, comme dans le waggon à huit roues représenté pl. F_{11}, ou longitudinalement, comme dans les nouveaux waggons belges, on peut en diminuer le nombre.

Les portières des berlines du chemin de fer de Versailles (rive gauche) ont $1^m,60$ de largeur. Il est bien de leur conserver cette dimension.

Caisses couvertes ou non couvertes, garnies ou non garnies, etc.

Les caisses des waggons pour le transport des voyageurs ne diffèrent pas seulement par leurs dimensions; elles sont couvertes ou non couvertes, fermées sur les côtés ou non fermées, non garnies, garnies partiellement ou complétement garnies. On y est presque toujours assis; quelquefois cependant on s'y tient debout. Sur plusieurs chemins de fer anglais, celui de Manchester à Leeds notamment, et sur le chemin de fer badois, on fait usage de waggons où les voyageurs se trouvent debout, simplement appuyés contre une paroi verticale.

Les waggons de troisième classe, au chemin de Londres à Birmingham, sont couverts; mais il n'y a ni garniture aux dossiers, ni coussins; les voyageurs y sont assis sur de simples bancs en bois. Sur d'autres chemins de fer, on n'a garni que la banquette, et le dossier est resté nu. Aux environs de

Paris, aux chemins de Versailles et de Saint-Germain, tous lès waggons sont entièrement garnis. Comme il est dans l'intérêt de l'exploitant d'attirer les voyageurs dans les voitures de première classe, en établissant une différence aussi tranchée que possible entre ces voitures et celles de seconde classe ou de troisième, on s'étonnera que les Compagnies concessionnaires des chemins de Versailles et de Saint-Germain aient rendu les voitures de seconde classe, en les garnissant entièrement, presque aussi agréables que celles de première; mais nous ferons observer que, sur ces différents chemins, les tarifs sont élevés, que les voyageurs sont divisés en deux classes seulement, et qu'enfin, le public parisien ayant pris sur le chemin de Saint-Germain, ouvert le premier, l'habitude des waggons garnis, il eût été difficile de ne pas céder à ses exigences sur les chemins construits postérieurement. Sur le chemin d'Orléans, toutefois, on cesse de garnir le dossier des waggons de seconde classe, et on ne se sert pour ces waggons que de coussins imparfaitement rembourrés.

Les waggons entièrement découverts sont excessivement incommodes, pour de longs trajets, quand le temps est mauvais. Si donc le gouvernement veut, en imposant dans le cahier des charges aux Compagnies des tarifs peu élevés pour les voyageurs de la dernière classe, faire jouir la population même la plus pauvre du bénéfice des chemins de fer, il

Nécessité de couvrir les waggons.

sera sage, à notre avis, pour que cet avantage qu'il veut lui assurer ne soit pas illusoire, qu'il prescrive de couvrir toutes les voitures employées sur les chemins de fer. Nous devons ajouter toutefois que le gouvernement belge, qui, d'abord, cédant aux réclamations du public, avait jugé à propos de faire couvrir les dernières classes de waggons, vient de les découvrir de nouveau, afin d'en éloigner les voyageurs qui abandonnaient les voitures de première classe.

Waggons debout.

Le voyage dans les waggons, debout, devient fatigant pour de longs trajets; mais il nous a paru que, sur le chemin badois, ce mode de transport ne déplaisait pas aux paysans, qui n'avaient que de courtes distances à parcourir pour se rendre de leurs villages aux marchés voisins. On leur permet de transporter avec eux dans ces waggons des objets qu'ils devraient, dans les autres waggons, placer avec les bagages. Ainsi les ouvriers portent avec eux leurs outils, et les femmes leurs paniers, que l'on accroche aux parois du waggon ou qu'on pose sous les pieds.

Les waggons debout sont employés en Angleterre sur le chemin de fer de Birmingham à Glocester, de Northern et Easton, de Middland Counties, de Manchester et Leeds, de Manchester et Sheffield, de Manchester à Crewe, d'Edimbourg à Glascow, de Chester à Birkenhead, de Croydon, de Preston et Cow, d'Ulster, de North-Middland.

En France, on n'en trouve que sur le chemin d'Alais à la Grand'Combe. L'usage de ces waggons, qui contiennent un si grand nombre de voyageurs, permet cependant d'abaisser considérablement les tarifs. Sur le chemin d'Alais, le prix des places, dans les waggons debout, n'est que de 2 centimes par personne et par kilomètre.

Le nombre des personnes transportées l'année 1845 dans ces voitures, est de :

62,755	sur le chemin	de Chester à Birkenhead.
464,918	—	de Manchester et Crewe.
747,102	—	de Manchester et Leeds.
194,632	—	de Middland Counties.
96,388	—	de Croydon.
170,915	—	Ulster.
1,706,714		

On a, pour satisfaire aux désirs du public, varié la nature et le prix des places, en variant également le mode de construction des voitures.

Inconvénient de multiplier les classes de voyageurs.

Il résulte d'une trop grande multiplication de classes de voyageurs, de grands embarras pour le service. Effectivement, comme l'usage et les règlements obligent à délivrer à chaque station des billets pour chacune des classes, sans qu'on puisse savoir combien il y aura de places de chaque espèce occupées quand le convoi arrivera, comme d'ailleurs les chemins de fer perdraient un de leurs avantages principaux, celui d'offrir à toute heure au voyageur

la place qu'il désire s'il en était autrement, on est obligé de laisser d'autant plus de places vides, et par conséquent de traîner un poids mort en voitures vides d'autant plus considérable, que le nombre des classes différentes est plus grand. En outre, le service de la distribution des billets est plus compliqué, et le départ des voyageurs aux stations devient plus long.

Sur certains chemins de fer, cependant, on a quatre classes de voitures. Sur les chemins de Bâle à Strasbourg, de Rouen et d'Orléans, on en compte trois; sur les chemins de Versailles et de Saint-Germain, deux seulement. Il est vrai que l'on peut considérer les voyageurs du coupé comme formant une troisième classe ; mais étant très-peu nombreux, ils n'occasionnent aucun embarras, et d'ailleurs les places de coupé sont regardées comme places de luxe, que l'on ne garantit qu'aux stations extrêmes.

Voitures à coupé du chemin de Bâle à Strasbourg.

Le coupé est recherché par les familles qui veulent rester isolées. On n'y trouve pas, sur les chemins de fer, l'agrément de pouvoir porter ses regards au loin devant soi, comme dans les diligences des routes ordinaires, puisque la vue est interceptée par les voitures antérieures ou par le tender. Sur le chemin de fer de Strasbourg à Bâle, néanmoins, on a construit des voitures où l'on a placé un coupé dont la moitié supérieure est au-dessus de l'impériale ; de cette façon, les voyageurs

jouissent du plaisir de voir la campagne en avant du waggon. On pouvait craindre que la résistance de l'air sur ces caisses de coupé ne devînt considérable; on a trouvé qu'en été, saison qui est la seule pendant laquelle ces voitures soient demandées, l'augmentation de tirage était peu sensible.

Au chemin de Bristol, où l'on a pu employer des voitures extrêmement larges, à cause des grandes dimensions de la voie, on a subdivisé dans quelques berlines les compartiments en deux parties, par une cloison établie suivant la longueur.

Le nombre des voyageurs que portent les voitures de chemins de fer est très-différent.

Les berlines à quatre roues du chemin de Londres à Birmingham ne portent que six voyageurs dans chaque caisse. On a cessé de délivrer des places de banquettes sur l'impériale. Les voitures de première classe du chemin de Rouen, également à quatre roues, portent vingt-quatre voyageurs, soit huit dans chaque caisse. Dans les anciennes berlines du chemin de Saint-Germain (pl. F_7), on logeait trente voyageurs dans les caisses, et six sur les banquettes d'impériale. Les berlines du chemin de Versailles (rive gauche) peuvent transporter quarante-huit voyageurs, dix dans chacune des trois caisses, et seize sur l'impériale. On ne place dans les diligences belges que dix-huit voyageurs; dans celles du chemin de Bâle à Strasbourg, on en place trente.

Les waggons de seconde classe du chemin de Rouen portent, ainsi que les waggons semblables du chemin d'Orléans, trente voyageurs, répartis dans trois caisses. Ceux de la rive gauche portent quarante-huit voyageurs, soit quarante dans quatre caisses, et huit à l'extérieur.

Dans les waggons debout essayés au chemin de Versailles (rive gauche), fig. 6-10, pl. F_{10}, on a placé soixante voyageurs dans six caisses.

Dans les waggons à six roues du chemin d'Aix-la-Chapelle à Cologne, on transporte cinquante voyageurs.

Dans les voitures à huit roues du chemin de Vienne à Raab on fait entrer jusqu'à soixante-douze voyageurs.

Fenêtres. Dans la voiture de luxe du chemin de Versailles (rive gauche), pl. F_{12}, fig. 6, toutes les fenêtres ont la forme rectangulaire. Dans les voitures ordinaires du même chemin et dans celles du chemin de Rouen, les fenêtres placées à côté des banquettes ont la forme indiquée fig. 1, pl. F_{12}. Les voyageurs qui occupent les coins peuvent alors s'appuyer plus commodément que si toutes les fenêtres étaient rectangulaires, ce qui est convenable surtout, s'ils doivent parcourir de longs trajets.

Dans les voitures de seconde classe on peut ne donner du jour que par les fenêtres des portières et remplacer le verre, pour les autres fenêtres, par de la tôle. On évite, de cette manière, la dépense assez

sensible d'entretien que nécessite le bris fréquent des carreaux de ces fenêtres par les voyageurs.

On emploie, pour prévenir le bruit désagréable des châssis qui ballottent dans les fenêtres, de petits ressorts qui pressent contre le châssis.

On peut aussi, pour éviter ce bruit, placer un morceau de laine entre le carreau et le bois. Cela vaut mieux que de garnir le châssis en drap ou en velours, comme dans les voitures ordinaires, parce qu'elles sont trop exposées aux intempéries de l'atmosphère, et que les cendres et les particules de coke s'y collent quand l'étoffe est mouillée.

Les rideaux sont plus commodes que les stores, en ce qu'on peut les ouvrir plus ou moins, à volonté, ce qui n'est possible avec les stores que lorsqu'ils sont parfaitement établis et très-bien entretenus. Ces rideaux glissent sur deux tringles, l'une en haut, l'autre en bas. Ils sont plus solides et coûtent beaucoup moins d'entretien que les stores, que les voyageurs dérangent si souvent en forçant les ressorts.

Nous conseillons donc l'usage des stores pour les diligences seulement, et celui des rideaux pour les voitures de deuxième classe.

Il est convenable que toutes les fenêtres puissent s'ouvrir, afin qu'en été on ait le moyen de faire entrer beaucoup d'air dans l'intérieur de la voiture. Au chemin de Bâle à Strasbourg on a souffert de

l'inconvénient de ne pouvoir ouvrir que les fenêtres des portières.

Le double panneau dans lequel la fenêtre descend doit toujours être ouvert par le bas, afin que l'eau et les morceaux de verre n'y séjournent pas.

Couverture du plancher. Le plancher des caisses est couvert en été d'un simple tapis léger, en hiver on étend sur ce tapis une peau de mouton qui, se relevant des deux côtés sous les banquettes, dans des espèces de caisses en bois, fait l'effet de chancelières.

Moyen de chauffage des caisses. On se sert aussi, au lieu de chancelières, de caisses en tôle chauffées par des lampes ou par des briques, en enfin de caisses remplies d'eau bouillante.

Les lampes s'éteignent souvent et les briques brûlent les pieds ou les vêtements. Les chancelières sont d'un bon usage ; les chaufferettes à eau bouillante, tout aussi commodes d'ailleurs, ont l'avantage d'échauffer l'intérieur de la voiture. Il suffit d'en renouveler l'eau toutes les trois heures ; mais il faut pour cela qu'elles soient revêtues sur les côtés et le fond de planches qui empêchent une déperdition trop rapide de la chaleur. Ajoutons encore qu'il est nécessaire qu'elles soient construites en tôle épaisse étamée, celles en zinc ou en ferblanc du commerce ayant l'inconvénient de se déformer par la pression atmosphérique.

Mode de fermeture des portières. Les portières des voitures, sur les chemins de fer, sont tantôt fermées par un simple mécanisme sem-

blable à celui des voitures ordinaires, tantôt fermées à clef. Les clefs, dans ce dernier cas, sont entre les mains des conducteurs, qui seuls peuvent ouvrir les portières.

On se rappelle que, lors de l'accident du 8 mai, on en attribua la gravité en partie à ce que les voitures étaient fermées à clef. Ce genre de fermeture est cependant encore prescrit par les règlements en Prusse et dans une partie de l'Allemagne.

Il est incontestable que les voyageurs éprouvent un sentiment pénible de ne pouvoir, en cas d'accident, sortir à volonté de la voiture. D'un autre côté, on cite un grand nombre d'exemples de voyageurs qui se sont tués ou blessés parce qu'ils ont voulu descendre précipitamment de voiture en marche, par suite de frayeur ou par toute autre cause, et il paraît douteux que la fermeture des voitures ait autant contribué à augmenter le nombre des victimes du 8 mai que certaines personnes l'ont supposé. Les voyageurs qui ont péri ont été probablement blessés de manière à ne pouvoir sortir, même par les portières ouvertes, et les waggons qu'ils occupaient étaient sans doute brisés de manière à leur offrir d'autres issues.

Ce n'est pas seulement dans le but de prévenir certains genres d'accidents qu'on a maintenu en Allemagne l'emploi des clefs pour fermer les portières, c'est aussi afin de rendre le service plus ré-

gulier, le classement des voyageurs parfait et le contrôle très-sûr et très-facile.

Sur le chemin badois, une clef est placée à la portée des voyageurs dans une petite cage en verre. Elle est désignée sous le nom de *noth-schlüssel* (clef de détresse), et les voyageurs ne peuvent en faire usage qu'en brisant la cage. L'idée première de fournir de cette manière aux voyageurs un moyen d'ouvrir les portières, moyen qu'ils ne sont tentés d'employer qu'en cas d'accident, est due à M. Jobard, directeur du musée de l'Industrie à Bruxelles.

Les voitures étant fermées à clef, comme il n'y a plus de poignées dont la position indique si la portière est ouverte ou fermée, il convient de placer dans la portière, près des charnières, un ressort qui la force à s'ouvrir tant que le garde ne l'a pas fermée.

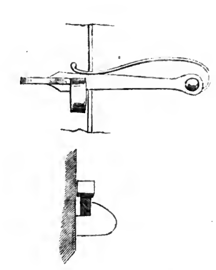
Au chemin de la rive gauche, les clefs étaient dirigées par des pièces creuses en fonte, à bords inclinés intérieurement, de telle façon qu'elles s'engageaient sur le carré de la serrure avec la plus grande facilité.

Lorsqu'on se sert de poignées, il convient de leur donner la forme d'un T, afin que d'un coup d'œil les gardes puissent s'assurer que toutes les portières sont fermées, et il faut encore, pour plus de sûreté, placer dans le bas des portières des loquets qui se ferment à la main.

Au chemin de la rive gauche, on a employé des

loquets à ressorts qui se fermaient seuls, en même temps que les portières. Les fig. 33 et 34 représentent un de ces loquets, dont on a été très-satisfait.

Fig. 33 et 34.



On avait pris cette précaution, parce que souvent les voyageurs montent dans les voitures sans qu'on les aperçoive, et ferment les portières sans tourner les poignées. On les supprima lorsqu'on ferma les portières à clef.

Aux chemins de Rouen et d'Orléans, on a fixé au corps de la caisse de longues poignées fixes, qui offrent un point d'appui fort utile aux voyageurs qui montent dans les voitures.

Poids des voitures de chemins de fer.

Le poids des voitures vides étant :

	Kil.
Pour les diligences sur le chemin d'Orléans, à 24 places.	3,345
— sur le chemin de Versailles (rive gauche), à 48 places	3,500
— sur le chemin de Londres à Birmingham, à 18 places.	3,850
— sur le chemin de Rouen, à 24 places.	4,030
— sur le chemin de Bâle à Strasbourg, à 30 places. . .	2,950
Pour les voitures de deuxième classe, sur le chemin d'Orléans, à 30 places.	3,560
— sur le chemin de Versailles (rive gauche), à 48 places.	3,600
— sur le chemin de Londres à Birmingham.	3,220
Pour les chars-à-bancs des chemins belges et du chemin de Bâle à Strasbourg.	2,950
Pour les waggons découverts des mêmes chemins, à 30 pl.	2,650
— du chemin de Rouen, à 30 places.	4,085
— du chemin d'Orléans, à 30 places.	2,880
Pour les waggons de troisième classe, sur le chemin de Londres à Birmingham.	2,590
— sur le chemin de Rouen.	3,575

On trouve, en supposant les voitures complétement chargées de voyageurs, et en admettant pour chaque voyageur un poids moyen de 60 kilogrammes, que le rapport entre le poids mort et le poids utile est

Pour les diligences sur le chemin d'Orléans, de.	2,32
— sur le chemin de Versailles (rive gauche).	1,20
— sur le chemin de Rouen.	2,80
— sur le chemin de Bâle à Strasbourg.	1,63
Pour les voitures de deuxième classe, sur le chemin d'Orléans.	2,00
— sur le chemin de Versailles (rive gauche).	1,25
— sur le chemin de Paris à Rouen.	2,26
— sur le chemin de Bâle à Strasbourg.	1,60

On trouve aussi, en tenant compte du nombre

d'essieux, que chacun des essieux porte en poids total :

Dans les diligences de Bâle à Strasbourg.	
— du chemin d'Orléans.	2,392
— du chemin de Versailles (rive gauche).	3,190
— du chemin de Rouen.	2,735
Dans les waggons de deuxième classe, du chemin de Bâle à Strasbourg.	2,375
— du chemin d'Orléans.	2,680
— Du chemin de Versailles (rive gauche).	3,240
— du chemin de Rouen.	2,942

Ce seraient donc les voitures du chemin de Versailles (rive gauche) qui, d'après ces tableaux, donneraient le rapport le plus favorable entre le poids mort et le poids utile, et dont les essieux supporteraient la plus forte charge.

Peut-être faut-il conclure de la rupture d'un certain nombre d'essieux sur ce chemin, que, sous la pression qui en résulte, il convient d'augmenter leurs dimensions.

Dans les diligences ordinaires à 20 places, complétement chargées, on compte :

Poids des diligences ordinaires.

Pour le poids de la caisse vide avec bâche et capote.	1,030 kil.
Pour celui du train, des essieux et des roues. . . .	1,070
Poids moyen d'une diligence vide. . .	2,100
Le poids total d'une diligence et de son chargement ne devant pas dépasser 4,700 kilogrammes,	
Celui du chargement en voyageurs et marchandises sera de.	2,600
Le rapport du poids mort au poids utile est donc env.	4/5
Et chaque essieu porte.	1,800

Avantages respectifs des voitures à quatre, six et huit roues.

Les voitures à quatre roues ont sur celles à six et à huit roues l'avantage de mieux se prêter aux nécessités du service, et d'exiger des plaques tournantes de moins grand diamètre que celles à six ou à huit roues des modèles allemands et américains. L'emploi de voitures lourdes, comme celles à six et à huit roues, deviendrait fort désavantageux lorsqu'il serait nécessaire d'ajouter une voiture à un convoi pour un petit nombre de voyageurs.

Garniture des plaques de caisse.

Dans les voitures à six roues, les trois essieux restent invariablement parallèles, comme dans les locomotives anglaises ou dans les voitures du chemin d'Aix-la-Chapelle à Cologne, ou bien ils peuvent tourner d'une faible quantité, comme dans les voitures du chemin de Saint-Etienne à Lyon.

Couverture du plancher.

Dans le premier cas, ces voitures se meuvent plus difficilement dans les courbes que celles à quatre. Dans le second, suivant M. Locart, ingénieur du chemin de Saint-Etienne, l'accroissement de résistance au passage des courbes est, au contraire, moins grand que lorsqu'on fait usage des voitures à quatre roues dont les essieux sont parallèles.

L'opinion de M. Locart semblerait confirmée par les expériences faites sur le chemin de Bâle à Strasbourg, avec des voitures à quatre roues, dans lesquelles on avait donné un certain jeu à la boîte à graisse dans le sens de l'axe du chemin, expérience dont nous avons parlé, page 304, et par le jeu laissé

à toutes les boites à graisse du chemin de Paris à Rouen. Si toutefois on considère que la résistance considérable qui s'exerce à l'entrée des courbes contre le bourrelet des roues qui parcourent la file de rails extérieurs, doit tendre à faire tourner un essieu mobile, en l'éloignant de la direction du rayon de la courbe au lieu de l'en rapprocher, on sentira la nécessité de nouvelles épreuves sur la résistance relative des voitures à essieux fixes et des voitures à essieux mobiles dans les courbes.

Que les essieux soient, du reste, fixes ou mobiles, les voitures à six roues ont sur celles à quatre l'avantage d'être moins sujettes aux mouvements latéraux et même aux oscillations verticales, et moins dangereuses en cas de rupture d'un essieu.

Les caisses des voitures à huit roues étant toujours portées sur deux trains à quatre roues indépendants l'un de l'autre (voyez pl. F_{11} et G_4), passent facilement dans les courbes, mais elles ont un mouvement de balancement désagréable entre les deux trains.

On pourrait peut-être obtenir le même degré de sûreté avec des voitures à quatre qu'avec celles à six ou à huit roues, en cas de rupture d'un essieu, en fixant aux châssis, dans le prolongement des brancards, des pièces saillantes qui s'engageraient les unes dans les autres, en laissant toutefois le jeu nécessaire aux différents mouvements.

Dans les waggons américains à huit roues, les deux

trains qui supportent la caisse ne peuvent pas tourner sous la caisse. Ils ne se meuvent autour du pivot qui les lie à la caisse, que de la quantité nécessaire au passage des courbes.

Dans les waggons à huit roues du chemin de Bâle à Strasbourg (voyez la planche G_4), chaque train peut, au contraire, tourner sous la caisse d'une révolution complète, ce qui permet de faire tourner ces waggons sur les plus petites plates-formes, en manœuvrant les trains l'un après l'autre.

En étudiant les figures, on voit que la caisse, dans ce mouvement, porte, au moyen de deux galets à support fixe, sur un cercle en fer fixé à la partie supérieure du châssis. Il faut, pour que ce mouvement puisse avoir lieu, que la caisse soit à une plus grande hauteur que le diamètre des roues, ce qui, pour les voitures des voyageurs surtout, est un inconvénient.

Dans les waggons à huit roues, les trains sont soutenus, en cas de rupture d'un essieu, par de petites chaînes fixées aux caisses, et les caisses ne portant que sur deux pivots distants souvent de cinq à six mètres, sont armées de tirants en fer; mais quelque puissance que l'on donne à ces tirants, on ne peut éviter dans le trajet un mouvement d'oscillation fatigant pour les voyageurs et pour la caisse elle-même.

Il faut enfin remarquer aussi que, dans ce système de waggons, les heurtoirs sont placés sur la



caisse qui dépasse de beaucoup le train. C'est effectivement sur la caisse qu'il convient le mieux de les établir, puisque c'est la caisse qui est la partie la plus pesante de ces voitures, et que les chocs, s'ils avaient lieu sur les trains, briseraient promptement les pivots.

Disposition des impériales.

On couvre les impériales en zinc, en cuivre, en toile peinte ou en cuir. Le métal se boursoufle par la chaleur et se déchire en se contractant par le froid. La toile peinte n'est qu'imparfaitement imperméable et fait un mauvais usage. Le cuir est de beaucoup préférable. (Voir le cahier des charges des voitures anglaises aux Documents.)

Les impériales doivent toujours être bordées de larges corniches creusées en gouttières qui reçoivent les eaux et les conduisent dans les tuyaux de décharge placés aux extrémités et entre les caisses.

Bien qu'on ne les charge que faiblement, il importe qu'elles soient assez solidement établies pour qu'on puisse marcher dessus sans danger. Au chemin de Corbeil, les impériales manquant de solidité, on a été obligé de renoncer à placer à l'extérieur des siéges qui eussent été fort utiles.

On établit avec avantage des galeries en fer autour des impériales pour soutenir les objets légers, tels que paniers, boîtes à lait, etc., que l'on place dessus.

Sur les chemins comme ceux de Belgique, où les conducteurs passent d'un waggon à l'autre pour

ramasser les billets pendant que le convoi marche, on fixe dans toute la longueur de la voiture une tringle au-dessous de la caisse sur laquelle marche le conducteur, et une autre tringle contre l'impériale sur laquelle il pose les mains pour se soutenir.

Nous aurons occasion, en traitant plus loin des stations, d'examiner jusqu'à quel point ce mode de contrôle fort dangereux, surtout en hiver, pour les employés, est le plus avantageux.

Garniture des plaques de caisse.

Les plafonds des voitures sont garnis en toile cirée ou en serge. La toile cirée est d'un aspect agréable, se nettoie facilement et intercepte l'eau qui viendrait à traverser l'impériale.

On garnit aussi en toile cirée les portières et les montants de fenêtres.

Mode de construction des panneaux.

Les panneaux des voitures de chemins de fer doivent se fabriquer en tôle. M. Locart, cependant, donne, sur le chemin de fer de Saint-Etienne à Lyon, la préférence aux panneaux en noyer, se fondant sur ce que les panneaux en tôle sont sujets à se déformer par les alternaives de température. Nous ne saurions partager cette opinion. Il résulte de notre propre expérience et des renseignements que nous avons recueillis sur les principales lignes de chemins de fer, que les panneaux en tôle font un fort bon usage, quand ils sont bien établis.

Au chemin de la rive gauche on avait employé le bois pour les frises seulement, on a été obligé de le

remplacer par de la tôle. Le bois a l'inconvénient de se fendre, que ne présente pas la tôle. On le préfère pour les voitures de particuliers, parce qu'il reçoit un plus beau vernis, et que ces voitures peuvent être plus facilement entretenues que celles des chemins de fer. La tôle est employée d'ailleurs pour toutes les voitures publiques.

Marche-pieds.

On s'est servi, dans l'origine, pour les voitures de chemins de fer, de marchepieds à palettes, placés devant chaque portière. Les palettes étaient quelquefois en bois, quelquefois couvertes en cuir. Les palettes ont été remplacées par des planches qui s'étendent sur toute la longueur de la voiture, dont l'usage permet de monter dans la voiture et d'en descendre beaucoup plus facilement.

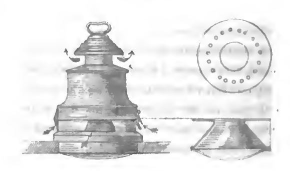
Dans les voitures belges on a placé un escalier en bois devant chaque portière, ce qui est très-commode pour les voyageurs. Ces escaliers, qui ordinairement pénètrent dans l'intérieur de la voiture, ont d'un autre côté l'inconvénient de prendre trop de place : aussi ne sont-ils en usage que sur les chemins où l'on n'a pas construit de trottoirs aux stations.

Mode d'éclairage des caisses.

En France, les Compagnies sont obligées par les règlements de police à éclairer l'intérieur des voitures. Les lampes sont toujours logées dans l'impériale. Quand elles se trouvent en saillie au milieu des caisses, on s'y heurte souvent. Il vaut mieux les placer sur la paroi de séparation de deux caisses. On évite ainsi l'inconvénient que nous venons de

signaler et on épargne une lampe par voiture. Au chemin d'Orléans on se sert de lampes placées au

Fig. 35.



milieu des caisses, mais disposées de manière à ne pas former saillie en dedans sur l'impériale. La figure 35 représente une de ces lampes.

Ces lampes brûlent 0^{lit},023 par heure d'allumage.

Banquettes pour les conducteurs. Les conducteurs de waggons sont placés en dehors sur des banquettes d'impériales, semblables à celles des waggons du chemin de Versailles (rive gauche), pl. F_9, ou sur des banquettes fixées derrière la voiture et renfermées dans des cages vitrées, comme dans les voitures du chemin de fer de Rouen, (fig. 2, 2_3, pl. F_{19}).

Leur service sur le chemin de Rouen est moins fatigant, parce qu'ils sont abrités, et par cela même il est moins difficile. C'est aussi une idée heureuse que de les avoir placés de manière qu'ils puis-

sent plus rapidement descendre des voitures ou y monter. D'un autre côté, ils sont, dans les cages vitrées de ce chemin, exposés à de plus graves accidents en cas de choc, et l'on a remarqué au chemin d'Orléans, où on a également essayé les cages, qu'ils étaient plus sujets à négliger leur service.

On se propose, pour les rendre plus vigilants, de diminuer la hauteur et la largeur de leur siége, sur lequel il leur arrivait quelquefois de dormir.

Mode de communication entre les conducteurs et le machiniste.

Sur le chemin de Saint-Etienne, les voitures portent des cloches, au moyen desquelles les gardes communiquent avec le machiniste. Sur d'autres chemins, on a placé dans les voitures des signaux à la disposition des voyageurs : sur le chemin d'Orléans, une espèce de carillon est établi sur le tender, et le garde ou conducteur du waggon le plus rapproché de la machine peut le mettre en mouvement au moyen d'une petite corde; les autres conducteurs communiquent avec lui à l'aide de drapeaux ou de lampes. Toutes ces dispositions nous paraissent fort utiles.

Lampes en dehors des voitures.

On pose, le soir, des lampes de grande dimension sur chaque convoi : une sur la machine placée en tête, quatre sur le dernier waggon. Ces lampes étant de couleur différente, selon le sens dans lequel elles sont placées, servent non-seulement à signaler l'approche des convois, mais aussi à indiquer la direction suivant laquelle ils marchent. Elles doivent être fixées à une grande hauteur, afin qu'elles ne puis-

sent être cachées par des objets quelconques de moyenne grandeur, ou par des hommes qui se trouvent accidentellement sur la voie. Un accident est arrivé, il y a quelques années, à Asnières, parce que les lampes du dernier waggon, étant placées dans le bas, se sont trouvées cachées par des voyageurs; un convoi, faute d'avoir aperçu un autre convoi arrêté, est venu le choquer par derrière.

Les quatre lampes du dernier waggon sont placées aux angles et sur le côté, celles de devant doivent être de la même couleur que la lampe de la machine; elles servent comme celle-ci à donner le signal en avant, et de plus elles indiquent au mécanicien, lorsqu'il regarde en arrière, qu'il ne s'est détaché aucun waggon du convoi.

Les lampes de derrière, d'une autre couleur, qui doit toujours être celle des signaux d'arrêt, indiquent la présence du convoi ou de waggons laissés sur la voie aux conducteurs des trains qui suivent.

Sur quelques chemins on ne place qu'une seule lanterne en tête du waggon et une seule sur le derrière. Il est prudent d'en employer deux à chacune des extrémités, parce que souvent l'une d'elles vient à s'éteindre.

Waggons américains à huit roues.

La disposition des caisses des waggons à huit roues, en usage sur les chemins américains, diffère sensiblement de celle des waggons en usage sur nos chemins de fer. Nous en donnons une description



sommaire, extraite de notes que nous devons à l'obligeance de M. Oscar Galline.

Les voitures de voyageurs des chemins américains, dites *cars*, ne sont que d'une seule classe. Les gens de couleur ne sont placés que dans les waggons à bagages. Elles sont d'une grande longueur, reposent sur deux trains de quatre roues chacun, et sont élargies au-dessus des roues. Dans la chambre, si on peut l'appeler ainsi, se trouvent ordinairement vingt-quatre petits bancs à deux places chacun, rangés de chaque côté du waggon, de manière à laisser au milieu un espace vide assez large pour pouvoir circuler (sans doute comme dans la voiture, pl. F_{11}). Les bancs, en général recouverts en cuir noir, sont à dossier mobile pour que les voyageurs puissent à leur gré se placer dans le sens où l'on chemine ou à rebours. Ces grandes voitures marchent dans les deux directions, sans pouvoir jamais être retournées aux stations. Au milieu de la chambre est un poêle en fonte, en forme de petite colonne, toujours chauffé dans la mauvaise saison et autour duquel viennent se grouper les voyageurs. Aux extrémités de la voiture sont de petites plates-formes servant d'entrée et de sortie, abritées par un auvent et terminées par une barrière en fer. Pendant le trajet les voyageurs y vont fumer, mais la place n'est pas assez large pour qu'on puisse s'y asseoir. Quand le convoi se compose de plusieurs voitures, on peut circuler de l'une à

l'autre, en enjambant l'espace qui sépare les plates-formes. A l'un des bouts de chaque voiture est une petite chambre réservée pour les dames, semblable à celle des bateaux à vapeur.

D'autres voitures plus anciennes n'ont qu'une chambre où l'on est assis en carré, le dos appuyé contre les quatre parois. Tous les pieds se trouvent réunis dans le milieu et reposent sur un cornet de poêle chauffé en dessous, à l'une des extrémités. Ces voitures sont très-incommodes, on y souffre beaucoup de la chaleur.

Lorsqu'il s'agit de traverser une rivière sur laquelle il n'est pas possible d'établir un pont, le chemin de fer arrive de chaque côté jusqu'au bord, les voyageurs descendent de voiture et se trouvent entraînés, sans qu'il y ait moyen de dévier du chemin, sur un immense bac à vapeur, qui démarre à l'instant même où le dernier voyageur y a mis le pied. Ce bac a un gouvernail de chaque côté, de manière à n'être pas obligé de perdre du temps à le retourner une fois en rivière. Rendus sur l'autre rive, les voyageurs remontent dans des waggons prêts à les recevoir et continuent leur route immédiatement.

Quant aux waggons chargés de bagages, ils sont transportés sur le bac lui-même, et voici comment : Le bac a deux ponts l'un au-dessus de l'autre ; sur le pont supérieur est un chemin de fer qui se soude, au moyen de ponts-levis, aux voies de fer de cha-

que côté de la rivière. Tout cela se fait en moins de temps qu'il ne faut pour l'expliquer.

Dans plusieurs villes des Etats-Unis, notamment à New-York et à Philadelphie, des voitures *omnibus*, pouvant contenir plus de cinquante personnes et traînées par un ou deux chevaux, circulent sur des rails en fer noyés dans les pavés des principales rues.

§ 4 Des waggons à bagages.

Les waggons à bagages tiennent le milieu entre les waggons pour voyageurs et ceux pour marchandises. La caisse en est fort simple : elle est carrée, de grande dimension et à panneaux en planches assez solides pour ne pas se voiler sous la pression des objets que l'on y renferme. Disposition des waggons à bagages.

La seule disposition particulière que présentent les waggons à bagages est celle de leur porte, qui, devant être très-grande et s'ouvrir à chaque station, ne s'ouvre pas en tournant sur des charnières, mais roule sur une tringle, ou mieux sur une barre de fer plat, au moyen de galets en fonte, la partie supérieure étant guidée dans une coulisse.

On établit dans l'intérieur des caisses des tablettes pour poser les petits objets; quelquefois un compartiment est fermé à clef pour y renfermer des objets précieux. Enfin, au chemin d'Orléans, on a réservé dans ces waggons des places pour les chiens (Voyez fig. 1, 1_4, pl. G_1).

Place dans le convoi.

Les waggons à bagages doivent être placés en tête des convois, de préférence à tous les autres, parce qu'ils sont ordinairement d'un poids modéré et que la charge ne peut s'en détacher comme de certains waggons à marchandises et tomber sur la voie.

Dans les waggons à marchandises chargés de poids considérables, les essieux sont plus sujets à la rupture, et, le cas échéant, les attelages sont rarement assez solides pour en supporter la caisse, qui alors est très-lourde.

Dans les waggons à plates-formes ou à caisses plates, la charge est quelquefois mal fixée. Il est arrivé, sur le chemin de Leeds à Selby, un accident assez grave par suite de la chute d'une pièce de fonte qui, placée sur le premier waggon, vint à se détacher et fit dérailler plusieurs autres waggons.

Les waggons à bagages étant placés en tête des convois doivent porter un garde : il faut donc établir sur ces waggons une banquette pour le garde, et ils doivent toujours être munis d'un frein.

Appareil de choc.

L'appareil de choc du waggon à bagages est souvent double, comme on le voit fig. 1, pl. G_8. Il est évident qu'en cas d'arrêt brusque, cet appareil serait brisé presque aussi facilement qu'un appareil simple. Il est bon néanmoins d'en faire usage, ne fût-ce que pour tranquilliser les voyageurs, et parce que, d'ailleurs, il adoucit, quoique faiblement, les chocs, dans les cas ordinaires où l'on s'arrête.

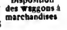
§ 5. Des waggons mixtes.

Disposition des waggons mixtes.

Il arrive souvent que dans un convoi on ne peut suffire aux demandes des voyageurs avec une seule voiture d'une certaine classe, et qu'une trop grande partie des places resteraient vides si on en employait deux ; c'est alors qu'on se sert de voitures *mixtes*, c'est-à-dire de voitures composées de caisses de première classe et de caisses de seconde classe, ou encore de voitures composées de caisses pour les voyageurs et de caisses pour les bagages.

Il existe de ces voitures mixtes sur le chemin de Versailles (rive gauche) (Voir pl. F_{10}), sur celui de Bâle à Strasbourg et sur le chemin badois (Voir pl. F_{24}). Dans le waggon mixte de la rive gauche, fig. 1 et 3, pl. F_{10}, les coffres à bagages étant trop étroits ne servent que rarement.

§ 6. Des waggons à marchandises.



Les caisses des waggons à marchandises sont, en général, découvertes et bâchées. Les caisses fermées ne servent qu'aux petits colis nommés articles de messagerie et aux objets pour lesquels on redoute l'humidité, ou qui ont beaucoup de valeur.

Les caisses fermées seraient fort incommodes, si on voulait s'en servir pour toute sorte de marchandises. Les colis ayant des dimensions différentes, on

ne pourrait les emplir ni en largeur ni en hauteur, et le chargement en serait d'ailleurs très-difficile.

Les meilleurs pour le transport des marchandises sont ceux à plate-forme, avec un rebord de 15 à 30 centimètres seulement. Les colis placés sur ces waggons sont cordés, puis bâchés.

Différentes espèces de bâches.

Les bâches en toile ordinaire, en toile goudronnée ou en cuir sont fixées par des courroies à des anneaux placés au bas de la caisse des waggons.

Les bâches en toile ordinaire sont excellentes, quand on les tend convenablement sur une couche de paille qui recouvre la marchandise.

Les bâches en toile goudronnée sont sujettes à prendre feu.

Les bâches en cuir sont trop coûteuses, et à cause de leur grande surface trop lourdes à manier.

Il faut bâcher les waggons à marchandises été comme hiver, quels que soient le temps et la nature des marchandises ; car les bâches n'ont pas pour but de préserver les marchandises seulement de l'humidité, mais aussi du feu des machines.

Les bâches en toile se pourrissant assez promptement, on essaye en ce moment, sur le chemin de Bâle à Strasbourg, de les enduire de glu marine.

Waggons à marchandises spéciaux.

On a fait des waggons à marchandises spéciaux pour le transport des farines. Ils ont des rebords élevés d'un mètre environ, et sont couverts d'une espèce de toit en cuir, à deux versants.

Il convient que les convois à marchandises soient

de grande dimension, afin qu'on puisse y charger facilement les objets qui ont un faible poids sous un grand volume. On diminue, en général, l'espace perdu en agrandissant la caisse.

Sur le chemin de Strasbourg à Bâle, on se servait de waggons à marchandises dans le système belge, dont la caisse n'avait pas au delà de 3 mètres de longueur. On a trouvé de grands avantages à en porter les dimensions à 4^{m},70. Waggons à huit roues du chemin de Bâle à Strasbourg.

On se sert sur le même chemin, dans quelques circonstances, du grand waggon à huit roues, représenté pl. G_4.

En étudiant la légende de ce waggon, on verra qu'il peut tourner sur les mêmes plaques que ceux à quatre roues.

Le mode de construction des waggons à marchandises dépend en même temps de la nature du mouvement commercial qui alimente le chemin de fer et de son mode d'exploitation.

Les châssis des waggons à marchandises sont toujours des châssis simples, et tiennent plus de la charpente que de la carrosserie ou du charronnage. Châssis de waggons à marchandises.

En Belgique et sur plusieurs chemins allemands, on a, dans un grand nombre de waggons de marchandises, conservé le châssis des voyageurs. Plus généralement cependant, les caisses des waggons à marchandises s'appuient sur de forts brancards supportés directement par les ressorts et reliés

par des traverses et des croix de Saint-André.

On a supprimé dans beaucoup de waggons à marchandises les ressorts de choc et de traction; pour d'autres, on a laissé subsister les ressorts de traction seulement. Il en est, enfin, avec ressorts de choc et ressorts de traction.

On ne supprime les ressorts de choc et de traction, dans les waggons à marchandises, que pour raison d'économie. Ces ressorts deviennent, d'ailleurs, moins utiles quand on n'emploie pas les tendeurs, ce qui se fait souvent pour faciliter le ressort des machines. Nous pensons toutefois qu'il est préférable de faire usage avec ces waggons de ressorts courts et assez forts, reliés ensemble, afin d'en fatiguer moins le bâti et de n'en pas déranger le montage.

On peut se contenter de ces ressorts et traîner les voitures par des chaînes non tendues, quand les convois sont composés exclusivement de waggons à marchandises; mais si le convoi renferme en même temps des waggons à marchandises et des waggons de voyageurs, il faut placer sur les waggons de marchandises des appareils complets de choc et de traction, et faire usage des tendeurs. Autrement, ces waggons étant très-lourds et placés à la queue des convois, produiraient des secousses dont les waggons des voyageurs souffriraient gravement.

Au chemin d'Orléans, on place sur les waggons des voitures de roulage toutes chargées, et comme

ellesont plus de longueur que les waggons, on attèle les waggons au moyen de barres rigides.

Lorsqu'un fardeau porte sur deux waggons ainsi réunis, on se trouve dans les conditions des waggons à huit roues.

§ 7. Des waggons à houille.

La note suivante sur les waggons à houille nous a été communiquée par M. Lasalle, ancien élève de l'école centrale, directeur de l'exploitation au chemin de fer d'Alais à Beaucaire. Disposition des waggons à houille.

Les waggons qui servent au transport de la houille sur le chemin d'Alais à Beaucaire ont la forme d'un tronc de pyramide quadrangulaire renversé (Voir pl. G_3).

On a essayé ceux à forme carrée pour le transport du gros charbon, mais ils ne valent pas à beaucoup près les anciens, dont voici les qualités et les défauts.

Les waggons à caisse pyramidale ne coûtent pas cher, en comparaison de ceux à caisse carrée. Le montage en est facile et l'entretien peu coûteux. La section de la caisse allant en diminuant de haut en bas, les mottes de charbon, pendant le premier kilomètre de marche, se tassent et se serrent, d'où il résulte que ces waggons font moins de menu que ceux à caisse carrée ; mais il faut pour cela prendre certaines précautions au moment du chargement. Avantages respectifs des waggons à caisse pyramidale et carrée.

Ainsi, on ne doit pas charger le gros au fond du waggon, on y jette du menu, environ un tiers de la charge totale. Les ouvriers posent ensuite les mottes à la main, en ayant bien soin de les placer *de champ*, et ils en forment des espèces de voûtes. A la Grand'-Combe, lorsqu'on charge de cette manière le charbon, le plus friable ne donne pas pour le trajet des mines à Beaucaire, qui est de quatre-vingt-dix kilomètres, un déchet de plus de un dixième.

Dans les entrepôts, on décharge les mottes à la main et on vide le menu par le fond, qui est à charnière, en frappant, pour accélérer l'opération, les montants du waggon à petits coups précipités, avec des massettes en bois.

Le seul défaut que l'on trouve à ces waggons, mais il est capital, provient de la mauvaise disposition des boîtes à graisse, qui rend le graissage très-difficile. En été surtout, il en résulte des pertes considérables d'essieux et de boîtes à graisse, et l'échauffement des essieux rend le halage presque impossible. Il faudrait remplacer les boîtes actuelles par des boîtes semblables à celles des waggons de voyageurs, dans lesquelles la graisse serait maintenue à l'abri de la poussière du charbon.

Poids des waggons

Les waggons de la Grand'Combe pèsent 1,500 kilogrammes environ et contiennent 3,400 kilogrammes, dont 1,400 kilogrammes de menu et 2,100 kilogrammes de mottes.

§ 8. Des waggons pour le transport de grandes pièces de bois.

Les grandes pièces de charpente ou objets analogues sont portés sur deux waggons réunis par une barre de bois qui les maintient à la distance voulue. Ces pièces sont saisies par leurs extrémités entre les deux branches d'une fourche renversée que porte le waggon, et qui peut tourner sur un pivot, au passage des courbes. Disposition.

§ 9. Des waggons à chevaux.

Les chevaux transportés sur les chemins de fer doivent être renfermés dans des caisses fermées, de manière à ce que le cheval ne puisse voir au dehors, ces caisses cependant doivent être bien aérées. Disposition des waggons à chevaux : 1° du chemin de Londres à Birmingham.

La caisse de ces waggons, quand elle est fixe comme celle des waggons, fig. 2, pl. G_{10}, est munie sur le côté de deux portes ayant chacune moitié de la hauteur du waggon et s'ouvrant par un renvoi de mouvement l'une par l'autre. Celle du bas tourne sur des charnières fixées au plancher du waggon ; celle du haut, sur des charnières fixées à l'impériale. La porte du bas, servant lorsqu'elle est ouverte et abattue sur le trottoir du pont pour l'introduction des chevaux dans l'intérieur des caisses, doit être d'une grande solidité.

Les waggons, tels que ceux du chemin de Londres à Birmingham, contenant trois chevaux en largeur,

on fixe des pitons de chaque côté pour attacher les chevaux, et on établit des parois de séparation se composant d'une porte battante de 1m, 20 environ de hauteur, et de 1m, 50 de longueur. Lorsque le cheval entre dans la caisse, on ouvre cette porte et on l'applique contre le devant du waggon, puis une fois le cheval entré, on la referme sur lui et on place par-dessus une barre longitudinale qui la maintient dans sa position. Cette barre est portée dans des entailles, d'où un petit ressort l'empêche de sortir.

Nous avons dit que les caisses des waggons à chevaux du chemin de Londres à Birmingham contenaient trois chevaux seulement ; sur le chemin de Versailles (rive droite), on a des caisses qui en renferment six.

2° des chemins de Bâle à Strasbourg et de Leeds à Selby.

Au chemin de Bâle à Strasbourg et au chemin de Leeds à Selby, les chevaux sont logés dans des cages à roulettes semblables à celles en usage sur les bateaux à vapeur, et ne contenant qu'un seul cheval. On le place sur un waggon à plate-forme.

Ce mode de transport des chevaux est, sans contredit, le meilleur de tous, puisqu'il n'oblige pas à ajouter au convoi un waggon entier pour un seul cheval, et de construire un matériel coûteux pour un genre de circulation fort peu usité.

§ 10. Waggons pour le chargement des voitures.

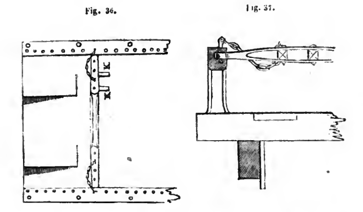
Waggons anglais pour le transport des voitures.

Les voitures de poste ordinaires ou les voitures de maître se chargent, sans qu'il soit nécessaire de

séparer les caisses du train, sur des waggons à plates-formes.

Pour opérer le chargement, la voiture doit être placée sur un quai d'embarquement, dont le sol se trouve à peu près au niveau de la plate-forme. Les tampons du waggon s'engagent alors sous des plaques en tôle, de manière à pénétrer sous le quai. La voiture, roulée du quai sur la plate-forme du waggon, descend sur cette plate-forme par un petit plan incliné, indiqué sur les fig. 36 et 39, représentant une portion du plancher de ce waggon.

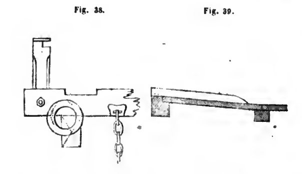
Fig. 36. Fig. 37.



La voiture étant sur le waggon, il faut la fixer de manière qu'elle ne puisse se déranger pendant le trajet. Pour cela, les parois du waggon portent dans toute leur longueur des rainures longitudinales recouvertes de bandes de fer percées de trous très-rapprochés, et représentées en plan et élévation,

fig. 36 et 38. Dans ces rainures on glisse des pieux de bois armés d'une ferrure à œil, dont une partie

Fig. 38. Fig. 39.



est également représentée fig. 36 et 37, et, plaçant ces pièces en avant et en arrière de la voiture, de manière que les trous de la ferrure correspondent à ceux des bandes de fer, on les fixe au moyen d'une cheville en fer.

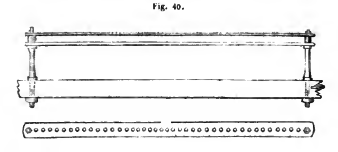
La voiture ne peut alors prendre aucun mouvement dans le sens longitudinal. Pour prévenir aussi tout déplacement latéral, les pieux de bois portent des arrêts K garnis en cuir, qui embrassent une des roues de devant et une des roues de derrière de la voiture. On ne maintient qu'une seule roue à chacune des extrémités de la voiture, parce que cela suffit, et que, d'ailleurs, les voitures n'ayant pas toutes la même voie, il faudrait, si l'on voulait arrêter les quatre roues, varier la position des pièces d'arrêt.

Comme il se pourrait qu'une cheville vînt à se

détacher en route, on ne se contente pas de fixer la voiture au moyen des barres ; on l'attache encoré au waggon avec des courroies ou des chaînes à tendeur tenant au fond du waggon par des anneaux.

Lorsque, sur un chemin de fer, on n'a que rarement des voitures à transporter, on peut se dispenser de construire des waggons tout exprès pour les transporter, et employer alors, comme au chemin de Bâle à Strasbourg, des ferrures telles que celles représentées fig. 40, qui se placent sur tous les waggons de marchandises.

Fig. 40.



Sur les chemins des environs de Paris, un grand nombre de voyageurs sont transportés de différents bureaux de messageries dans les voitures en usage sur les routes ordinaires. Au point d'embarquement du chemin de fer, les caisses de ces voitures sont séparées du train qui les porte sans que les voyageurs soient obligés d'en descendre, et portées de la manière la plus expéditive et la plus simple possible, sur un waggon à plate-forme, fig. 1_4, pl. G_1, par une Waggon pour le transport des caisses de diligences.

grue, pl. L_1. Au point d'arrivée, les caisses sont transbordées par le même appareil sur un nouveau train, et les diligences continuent leur route, en évitant toute perte de temps.

Le waggon et la grue, de la construction la plus ingénieuse, sont de l'invention de M. Claude Arnoux, administrateur des Messageries Lafitte-Caillard.

§ 11. **Waggons servant au transport des dépêches.**

Disposition du waggon-poste. M. Guillaume, dans son ouvrage sur la législation des chemins de fer en Angleterre et en France, décrit ces waggons de la manière suivante :

Une grande caisse, montée sur quatre roues et parfaitement suspendue, est divisée en deux petites chambres, dont l'une contient deux hamacs où les commis qui ne sont pas de service peuvent prendre du repos; l'autre chambrette, placée à l'avant et très-bien éclairée la nuit, renferme une table de bureau surmontée d'un casier dont chaque compartiment porte le nom de l'un des bureaux de poste à desservir sur la route.

A chacune de ces localités, un poteau dressé sur le bord du chemin est armé de deux bras en fer parallèles à la rail-route et regardant chacun dans un sens opposé.

Au waggon bureau de poste est fixée une potence tournante en fer, qui, en pivotant, peut écarter du

waggon son extrémité presque jusqu'à la rencontre des poteaux d'attente, et la rapproche ensuite de la voiture, de manière que l'extrémité qui a passé près des poteaux vienne à portée de la main.

Cette potence porte elle-même deux chevilles ou bras correspondants aux bras du poteau.

Les dépêches sont renfermées dans des sacs de cuir armés d'un large anneau que l'on passe, savoir : au bras du poteau fixe qui regarde le but d'arrivée pour ce qui est à prendre, et au bras de la potence mobile qui regarde le départ, pour les dépêches à laisser.

La potence mobile, étendue au moment où le train va passer devant le poteau, y opère l'échange des deux sens, comme par un mouvement de jeu de bagues, et le commis, en retirant à lui la potence et le sac dont elle s'est emparée, procède immédiatement, à l'aide du casier, au classement des lettres, qu'il dépose dans les sacs de leurs bureaux respectifs.

Au moyen de ce triage instantané, les dépêches d'une localité sont immédiatement déposées dans la localité voisine, sans qu'il soit besoin de les porter, ainsi que cela se fait ordinairement, jusqu'à une ville principale, d'où elles devront revenir sur leurs pas.

Malles-postes anglaises.

Les malles, proprement dites, sur les chemins anglais ne portent qu'un garde et des sacs; un waggon spécial, que nous décrirons plus loin, est

destiné au triage des lettres et à leur distribution sur le chemin.

La caisse de ces malles, représentées fig. 1, pl. F_{15}, est plus étroite que celle des autres voitures et repose sur une plate-forme placée sur le châssis.

Les compartiments sont au nombre de trois: celui de devant est une caisse de coupé qui ne contient que deux personnes; celui du milieu renferme quatre voyageurs, et le compartiment de service peut aussi recevoir quatre voyageurs assis ou deux voyageurs seulement couchés.

Voiture avec lit. Dans ce dernier cas, le compartiment postérieur est divisé en deux parties égales par une cloison longitudinale. Une planche glissée entre les deux siéges remplit l'espace qu'occupent ordinairement les jambes. Sur cette planche on pose un coussin, et sur la banquette antérieure un oreiller. Le dossier du siége de derrière se soulève comme une portière et se fixe à l'impériale. Les voyageurs posent leur tête sur l'oreiller, se couchent sur les banquettes, dans le sens de la longueur du compartiment, et leurs pieds se trouvent alors dans une caisse derrière la voiture. Cette espèce de lit a deux mètres environ de longueur.

Des freins.

L'usage de freins puissants peut prévenir de grands accidents. Il est donc fort important d'ap-

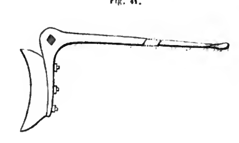
porter dans la construction de cette partie des voitures tout le soin possible.

On a employé des freins de modèles très-variés. Freins divers.

Le sabot est toujours en bois. Il est généralement boulonné à un patin en fer, fixé, dans sa partie supérieure, à un arbre en fer.

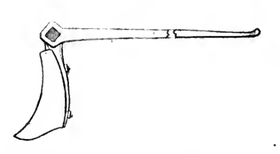
Le patin, se recourbant sur l'arbre, se prolonge en

Fig. 41.



forme de levier comme fig. 41, et c'est au moyen de ce levier qu'on serre ou desserre le frein; ou

Fig. 42.



bien il est simplement calé sur l'arbre, sur lequel il

s'emmanche au moyen d'un trou carré fig. *a*, et on met le sabot en mouvement en faisant tourner l'arbre, dans un sens ou dans l'autre, d'un arc de quelques degrés; ou enfin il peut lui-même tourner sur l'arbre qui est fixe.

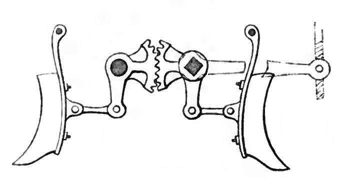
Les freins de la première et de la seconde espèce, à un seul sabot, ne produisent ordinairement qu'un très-faible serrage, lors même qu'on exerce un effort considérable.

Les meilleurs freins agissent, au moyen de deux sabots à la fois, sur deux roues fixées sur des essieux différents.

Les deux sabots marchant alors en sens contraire, on leur donne le mouvement au moyen d'une combinaison de leviers ou d'engrenages.

Dans les tenders de la fabrique de Sharp et Ro-

Fig. 43.



berts, on a fait usage d'engrenages disposés comme le montre la fig. 43.

Dans d'autres tenders ou waggons, on serre ou desserre les freins par la combinaison de deux tiges obliques butant contre les roues, fig. 44 et 45, et tirées ou poussées dans le sens vertical par une

Fig. 44.

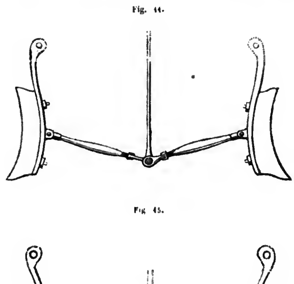
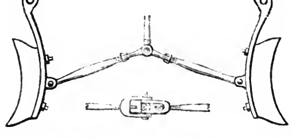


Fig. 45.



tringle ou tige avec laquelle elles s'assemblent à articulation en leur point de pression.

Des deux dispositions des tiges obliques représentées par les fig. 44 et 45, celle fig. 44 est la plus

convenable, en ce qu'alors la voiture ne tend plus à être soulevée, comme dans le cas fig. 45, par l'effet du frein, et la tige butante à se fausser par suite des secousses.

Les freins n'agissent que sur les deux roues voisines, placées d'un même côté des waggons; mais, les roues étant fixées aux essieux, l'effet utile est le même que si la pression se divisait entre les quatre roues que portent les deux essieux.

Les sabots tendant, quand ils pressent sur les roues, à écarter les essieux, on a imaginé, pour prévenir cet effet fâcheux, différents moyens que nous examinerons plus tard.

Outre les moyens que nous avons indiqués comme en usage pour serrer les sabots, on en a employé quelques autres.

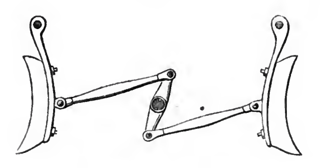
Ainsi, on a établi entre des roues très-serrées des freins de la manière suivante (Voir fig. 46, tenders du chemin d'Orléans).

Fig. 46.



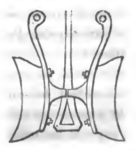
On en a construit d'autres sur le modèle fig. 47.


Fig. 47.



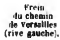
On a agi sur les sabots au moyen d'un coin, fig. 48.

Fig. 48.



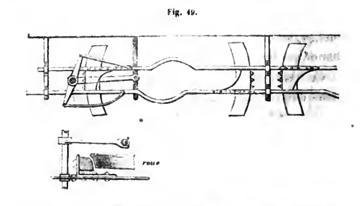
Enfin, on a fixé les sabots à des tiges droites auxquelles on a imprimé un mouvement horizontal, fig. 49 (tenders d'Hawthorn).

Ce dernier frein, qui d'ailleurs est assez compliqué, manque d'énergie.


Frein du chemin de Versailles (rive gauche).

Sur le chemin de Versailles (rive gauche), on a, pour empêcher l'écartement des essieux quand le

Fig. 49.



frein agit, pressé chaque roue par deux sabots agissant en sens contraire (Voir pl. F_6). Les sabots intérieurs sont mis en mouvement par des tiges butantes, et les sabots extérieurs par une combinaison de leviers dont le point d'appui est pris sur les sabots intérieurs.

Au moyen de ce frein, on empêche complétement, avec un faible effort, les roues de tourner. Il est disposé de telle manière qu'on peut en user les sabots jusqu'au patin et les remplacer sans difficulté. Il fonctionne toujours bien et n'exige aucune réparation.

Freins des chemins d'Orléans et de Rouen.

Sur les chemins de Rouen et d'Orléans, les freins sont disposés tout différemment (Voir pl. F_{25}). Les sabots sont portés, à l'aide d'une coulisse, sur une bande de fer plat fixée aux boîtes à graisse

mêmes, de telle sorte que le frein, en suivant le mouvement, agit toujours dans l'axe des roues, et que la bande en fer sert à prévenir l'écartement des essieux. Ces sabots sont mis en mouvement par des bielles, au moyen d'un arbre supporté par la même bande de fer.

Ce frein, qui paraît au premier abord construit dans d'excellentes conditions, serre, comme tous ceux dont l'axe est fixe, les deux roues inégalement, parce qu'il faudrait, pour que le serrage fût le même, que les sabots s'usassent également, ce qui n'a presque jamais lieu. Il est plus coûteux que celui de la rive gauche; il exige une grande précision dans l'exécution, et il est difficile à bien entretenir. Le frein de la rive gauche nous paraît donc préférable.

Moyens de régler la longueur de certaines pièces.

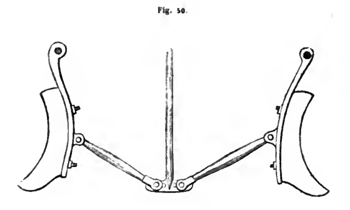
Il importe, quel que soit le système de frein employé, de se réserver les moyens de régler la longueur de certaines des pièces qui le composent, de manière à compenser l'usé des sabots en bois.

Quand les freins sont serrés par des leviers, le sabot et le levier doivent être placés sur deux arbres distincts, et c'est alors la tige qui réunit ces deux arbres, qui est de longueur variable, afin que, le sabot s'usant, on puisse éviter que la course du levier, qui est toujours très-longue, devienne trop grande.

Dans les freins à tiges butantes, on obtient un effet analogue en se servant de tiges à vis (voir

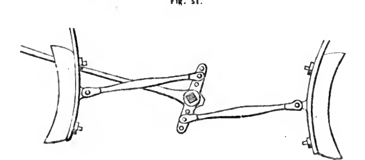
pl. F_6), ou encore, comme sur le chemin de Bâle à Strasbourg, en les fixant en des points différents d'un patin ménagé au bas de la tige de traction, comme on le voit fig. 50, et comme au chemin d'Orléans.

Fig. 50.



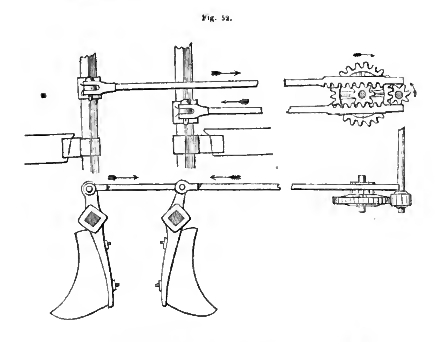
Dans le frein représenté fig. 51, c'est au moyen d'un balancier que l'on compense les inégalités dans l'usé des sabots.

Fig. 51.



Les conducteurs de waggons agissent sur les systèmes de leviers ou d'engrenages qui transmettent le mouvement aux deux patins du frein, au moyen d'autres systèmes de leviers ou d'engrenages, ou au moyen de vis. Mode d'action des conducteurs sur les freins.

Fig. 52.



Dans les voitures du chemin de Londres à Birmingham, le mécanisme (fig. 52) qui transmet le mouvement aux sabots se compose d'une tige verticale, terminée par une manivelle placée dans les mains du conducteur, d'un pignon porté sur cette tige, d'une roue dentée qui engrène avec ce pi-

gnon, et de crémaillères communiquant avec les arbres des sabots. Cet appareil est trop compliqué.

L'usage d'un levier dont l'extrémité se trouve près du siége du conducteur est beaucoup plus simple et permet d'agir avec beaucoup plus de promptitude lorsqu'il faut serrer le frein; mais, si le conducteur cesse de s'appuyer sur le levier, les sabots cessent aussi de presser les roues, et le serrage n'est énergique qu'autant que le levier est très-long. L'emploi des tiges à vis (voir pl. F_6) est préférable, bien qu'il exige plus de temps pour le serrage, parce que, d'un autre côté, le frein une fois serré reste dans cette position, lors même que le conducteur cesse d'agir, et qu'il peut être d'ailleurs très-fortement serré. Aussi les tiges à vis sont-elles généralement adoptées.

On place facilement ces tiges en un point quelconque des voitures ou des tenders. La position du point où on leur applique la force motrice n'est toutefois pas indifférente. Lorsque le siége du conducteur et la manivelle sont placés à l'une des extrémités de la caisse, l'appareil est assez compliqué, à cause des renvois de mouvement. Souvent le châssis qui le supporte s'infléchit, et la caisse qui sert d'intermédiaire se fatigue beaucoup. Il est mieux de placer, comme au chemin de Versailles (rive gauche), le conducteur et la manivelle sur un siége établi au milieu de l'impériale.

La fig. 53 représente un des meilleurs modèles de manivelle.

Fig. 53.



Les sabots de frein doivent être en bois dur et liant. L'orme tortillard est le bois qui convient le mieux. Des sabots.

La tête des boulons qui fixent ces sabots aux patins doit être très-profondément encastrée, car un sabot se détachant en route pourrait aisément faire dérailler le train.

Les sabots durant peu et exigeant un certain ajustement, les freins doivent toujours être disposés de manière à pouvoir les user presque complétement.

Il faut découper les sabots neufs sur un diamètre plus grand que celui des roues, et les placer sur des patins fixés à une plus grande hauteur que celle de la roue, afin que, la voiture étant chargée, les roues ne touchent pas les sabots.

Enfin, le frein cessant d'agir convenablement

quand les pièces qui le composent fléchissent, il importe que ces différentes pièces soient de fortes dimensions.

Les roues des waggons ne tournant pas quand elles sont serrées par un frein qui fonctionne bien, il se forme à leur pourtour des facettes; mais les angles s'émoussent lorsque ensuite les roues viennent à rouler, et l'on ne remarque pas qu'il en résulte une prompte destruction des bandages, quand le fer est de bonne qualité.

Frein du plan incliné de Liége.

Sur le plan incliné de Liége (voir *Annales des ponts et chaussées*, premier semestre 1843), on se sert, pour modérer la vitesse des convois descendants, de freins qui agissent directement sur les rails, au lieu d'agir, comme les freins ordinaires, sur les roues. Nous donnerons le dessin de ces freins dans une planche spéciale.

Le frein de Liége n'est placé ni sur les waggons de voyageurs ni sur ceux de bagages ou de marchandises. Il est établi sur un waggon spécial. Ce waggon-frein doit être à six roues. On fit usage dans l'origine de waggons-freins à quatre roues seulement, mais on les a remplacés par ceux à six roues, parce qu'on s'aperçut qu'ils n'étaient pas fort stables lorsqu'on les soulevait sur leurs sabots. Le waggon-frein est par lui-même fort lourd; on en augmente le poids en le lestant avec des gueuses en fonte jusqu'à le faire peser 8,000 kilogrammes.

Plan des freins

Les freins ordinaires produisant, quand ils agis-

sent, un changement dans le mouvement, désagréable pour les voyageurs, doivent être placés sur les waggons à marchandises ou bagages, de préférence aux waggons à voyageurs, et sur les waggons à voyageurs de seconde ou troisième classe, plutôt que sur ceux des voyageurs de première classe. dans un convoi.

Des attelages.

Les attelages des waggons d'un même convoi, les uns aux autres, ou des tenders aux waggons, ont toujours eu lieu par le milieu.

On a d'abord réuni les waggons au moyen de simples chaînes, puis on a essayé les barres rigides, puis enfin on a fait usage des attelages à *tendeurs* (fig. 8 et 8_1, pl. F_{16}).

Attelage au moyen de chaînes.

Lorsqu'on emploie les chaînes, on leur donne assez de longueur pour que la machine, quand elles sont détendues, puisse mettre en mouvement chaque waggon séparément. Il en résulte plus de facilité dans la locomotion, mais les voyageurs reçoivent, lorsque les convois s'arrêtent ou lorsqu'ils partent, des secousses d'autant plus désagréables que le mécanicien prend moins de précautions.

Attelage par des barres rigides.

On évite ces secousses en se servant des barres rigides; mais la mise en mouvement du convoi en devient plus difficile, et, en cas d'arrêt subit de la machine, le choc est également violent pour tous les waggons.

Attelage du chemin de Bristol.

Nous avons vu précédemment (page 321) comment, au chemin de Bristol, on avait disposé les châssis de manière à lier invariablement les voitures les unes aux autres, et nous avons signalé les défauts de ce système aujourd'hui abandonné.

Attelage avec les tendeurs.

Les tendeurs représentés fig. 8 et 8_1, pl. F_{16}, et fig. 17, pl. G_7, se composent, ainsi qu'on le remarque à l'inspection des figures, de deux mailles portant écrou, qui se posent sur des crochets fixés aux waggons. Les deux écrous sont réunis par une tige avec pas de vis en sens contraire, de telle sorte qu'en faisant tourner cette vis, on rapproche ou l'on écarte les écrous, et par suite les voitures.

Ces tendeurs n'étant employés qu'avec les voitures à deux tampons, on rapproche, au moment du départ, au moyen de la vis, les voitures jusqu'au contact des tampons. On évite, avec cet appareil, les secousses et les chocs ; il ralentit à la vérité un peu le départ de la machine, mais seulement pour les premiers tours de roue, et d'un autre côté il présente le grand avantage de s'opposer très-efficacement au mouvement de lacet. Quand les voitures sont montées avec soin et les roues jumelles d'un diamètre parfaitement égal, ce mouvement devient, par l'usage des tendeurs, presque nul.

On ne peut pas employer de tendeurs avec les voitures dans lesquelles il ne se trouve qu'une seule tige de tampon au milieu, comme celles des deux

chemins de Versailles : c'est là un défaut essentiel de ces voitures.

Les vis des tendeurs doivent être de préférence à filets carrés.

Les crochets sur lesquels s'engagent les tendeurs doivent être un peu recourbés, afin que, pour entrer la maille, on ne soit pas astreint à serrer ou à desserrer la vis d'une trop grande quantité. Il faut aussi que les crochets portent un maillon d'arrêt, pour que les chaînes une fois engagées ne puissent pas se séparer du crochet en se soulevant. Aux chemins d'Orléans et de Rouen, les maillons d'arrêt retombent par leur propre poids, mais les crochets y sont très-longs. Au chemin de Bâle à Strasbourg, c'est une petite pièce en prolongement, agissant comme contre-poids, qui fait retomber le maillon. Disposition des crochets.

On a employé des ressorts au lieu de maillons. Ces ressorts sont sujets à se fausser ; les maillons sont donc préférables.

Les voitures sont réunies, non-seulement par le tendeur ou la chaîne formant l'attelage principal, mais aussi par deux chaînes de sûreté ; ces dernières sont attachées ordinairement à une traverse de devant du châssis. Il vaut mieux les fixer au brancard lui-même, comme au chemin de Bâle à Strasbourg ; car les chaînes de sûreté ne servent que lorsque l'attelage principal vient à se rompre, et dans ce cas l'effort étant considérable pourrait briser aussi la traverse.

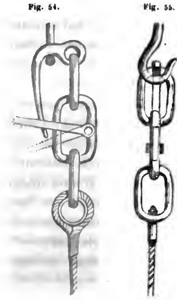
Nous avons déjà fait observer, page 292, que, lorsque les essieux se rompent, les attelages soutiennent ordinairement les voitures. Il est donc important de les rendre assez solides, pour qu'alors ils puissent résister ; remarquons d'un autre côté que l'attelage de la locomotive au train ne doit pas être aussi solide que celui des waggons entre eux, afin que la machine venant à dérailler ne puisse entraîner tout le convoi.

On a imaginé plusieurs crochets d'attelage.

Nous avons déjà parlé des crochets fixes qui, d'ailleurs, sont représentés sur plusieurs des planches du Portefeuille.

Au chemin de fer de Rouen, on se sert, pour la

Fig. 54. Fig. 55.

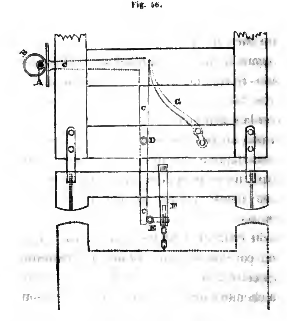


manœuvre de la machine à l'arrivée (manœuvre décrite dans la Légende de la gare de Rouen et dans le texte), d'un crochet mobile, fig. 54 et 55. Ce crochet mobile est, d'une part, engagé sur le crochet d'attelage du premier waggon du convoi, et d'autre part, il est fixé par trois anneaux à la corde au moyen de laquelle la machine traîne obliquement le convoi (suivre la description de la manœuvre dans la Légende). Lorsqu'il convient de séparer la machine du convoi, un ouvrier qui tient à la main un bout de corde attachée, comme l'indique la figure 54, à une chappe servant à fixer le crochet, tire le bout de la corde à lui, de manière que la chape prenne la position indiquée en lignes ponctuées. Le crochet mobile se sépare alors du crochet d'attelage du convoi, et la machine, par conséquent, cesse de remorquer les waggons.

Au chemin de Saint-Etienne à Lyon, on emploie, pour unir les waggons en marche au tender et à la machine locomotive, un autre crochet ou mécanisme très-ingénieux, porté par le waggon de tête. Il est représenté fig. 56. A l'extrémité inférieure de la tige verticale d'un frein et sur le côté du premier waggon, est fixé un excentrique AB. Lorsque, en cas d'accident, on juge à propos de séparer brusquement la machine des waggons qui l'accompagnent, le conducteur fait tourner cet excentrique AB, le levier coudé CC se trouve alors poussé dans la

direction AC, et il tourne autour d'un point fixe D, en entraînant avec lui, dans la direction NC, une

Fig. 56.



cheville E qui retenait la chaîne au moyen de laquelle le tender est réuni au waggon de tête.

Perfectionnements récemment apportés en Angleterre dans la construction de la voie et dans le matériel des voitures.

L'un de nous, dans une courte tournée faite en Angleterre dans le mois de novembre 1844, a pris quelques notes sur les perfectionnements le plus récemment apportés à la construction de la voie et

du matériel des chemins de fer. Ce chapitre sera le résumé de ces notes.

Le mode d'asséchement des talus des tranchées a été, sur le chemin de Londres à Birmingham, l'objet de quelques améliorations. Les *Transactions de la Société des Ingénieurs civils* nous fournissent, à cet égard, d'intéressants renseignements dont nous donnons le résumé dans les Documents, à la suite d'un mémoire fort intéressant sur les éboulements et remblais glaiseux. Asséchement des talus.

La plupart des nouvelles lignes sont construites avec une largeur de voie de 1^m,48 seulement, largeur qui, du reste, était presque obligatoire, puisque ces nouvelles lignes devaient communiquer avec les anciennes. Largeur de la voie.

Sur le chemin de North-Eastern on a dépensé une somme considérable pour ramener l'écartement des rails à cette dimension de 1^m,48. L'opération, confiée à un élève de l'habile Robert Stephenson, sous sa direction, a été exécutée sans un seul jour d'interruption dans le service.

L'usage des traverses triangulaires et des coussinets coulés en coquille, employés par M. Cubitt sur le chemin de Londres à Douvres, ne nous a pas paru avoir trouvé jusqu'à ce jour de très-nombreux imitateurs. Traverses triangulaires.

Les traverses triangulaires sont ordinairement extraites de bois équarris, coupés en quatre par deux traits de scie dirigés suivant les diagonales de la

section carrée. Elles contiennent moins de bois que les traverses ordinaires. Mais comme les bois équarris sont plus chers que les rondins, elles sont, malgré la différence de volume, plus coûteuses (en Angleterre du moins) que ces dernières. Nous reproduisons ici l'opinion de M. Stephenson qui les a lui-même employées pour un embranchement du chemin de Londres à Douvres. Cet ingénieur convient, d'ailleurs, que la voie du chemin de Douvres étant mieux établie doit être moins coûteuse d'entretien que celles des autres chemins de fer. Mais on craint que ce degré de perfection, comparé aux avantages qu'il procure, ne soit trop chèrement payé. M. Locke paraît être aussi de cet avis.

A Paris, où les bois équarris sont moins rares dans le commerce qu'en Angleterre, les traverses triangulaires peuvent avoir droit à la préférence, tandis qu'elles seraient rejetées dans ce pays.

Forme des rails.

On n'a apporté aucune modification dans la forme des rails.

Poids.

Quant à leur poids, on tend à l'augmenter. Les rails de 37 kilogrammes sont aujourd'hui substitués, sur les grandes lignes, à ceux de 30 kilogrammes. Cette augmentation de poids est motivée par celle des machines locomotives que l'on se trouve forcé de rendre de plus en plus puissantes.

Changement de voie à double aiguille.

On fait aujourd'hui fréquemment usage, dans les gares anglaises, d'un changement de voie à double

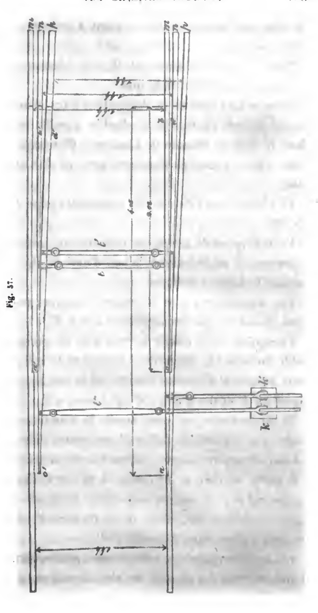


Fig. 57.

aiguille, que nous n'avons vu, jusqu'à présent, employé dans aucune gare française.

Nous avons représenté, pl. D_{17}, un changement de ce genre établi en Belgique.

Nous allons décrire la disposition d'un changement de voie également à double aiguille, placé dans la gare du chemin de Londres à Birmingham, dont nous n'avons pu nous procurer un plan complet.

Ce changement de voie est représenté page 403, fig. 57.

Un contre-poids maintient toujours, au moyen de la traverse *t''* et du levier *k*, la voie d'arrivée ouverte, comme la figure l'indique.

Les aiguilles *a b* et *a' b'* restent toujours parallèles, de même que les aiguilles *c d* et *c' d'*.

Lorsqu'on veut ouvrir la voie *p p*, on pousse, à l'aide du levier *k*, l'aiguille *c' d'* contre le rail *m r*; cette aiguille *c' d'* pousse, comme on le voit, la petite aiguille *a' b'* et tire à elle *c d* qui pousse *a b*.

Si, au contraire, on veut ouvrir la voie intermédiaire *n n*, à l'aide du levier *k'*, on pousse l'aiguille *a b* qui elle-même pousse, au moyen de la traverse *t*, la petite aiguille *a' b'* contre le rail *m r*. Les aiguilles *c d* et *c' d'* restent immobiles. L'aiguille *a b*, dans ce mouvement, glisse sur la traverse *t'*, et la traverse *t* glisse dans l'aiguille *c' d'*.

Châssis des voitures. Les doubles châssis de voitures sont généralement remplacés par des châssis simples, analogues pour

la construction au châssis des voitures du chemin de Rouen (Voir pl. F_{20}).

Sur plusieurs chemins de fer on a supprimé le jeu de la boîte à graisse dans la direction perpendiculaire à celle de l'essieu, et on l'a diminué dans l'autre direction. Nous avons même vu, sur le chemin de Liverpool à Manchester, un certain nombre de voitures dans lesquelles, au moyen de plaques de laiton intercalées, on avait supprimé le jeu dans l'une et dans l'autre direction. Jeu de la boîte à graisse.

Un grand nombre d'essais ont été faits pour perfectionner le mode de suspension des voitures. Mode de suspension des voitures.

Les ressorts généralement préférés pour les voitures de première classe sont longs, plats et minces, dans le genre de ceux des diligences du chemin de Rouen, et ils sont disposés à peu près de la même manière.

La fig. 2 représente un ressort des diligences du chemin de Douvres.

La fig. 1, le ressort d'une malle.

Sur une autre malle, nous avons vu employer des ressorts dans lesquels on a remplacé ces deux feuilles d'acier et ce bloc de bois intercalé, par six feuilles d'acier, chacune de 1 millimètre d'épaisseur maxima, s'amincissant beaucoup vers l'extrémité.

La fig. 4 représente le ressort d'un waggon de seconde classe, composé d'une seule feuille épaisse d'acier.

Pour les waggons de marchandises, on se sert fréquemment du ressort fig. 5, composé de trois feuilles épaisses d'acier séparées par deux blocs de bois.

Au chemin de Bristol on essaye le ressort représenté fig. 6.

Roues employées. On a conservé les anciens modèles de roues.

Le modèle, fig. 5, pl. F_{17}, commence à être très-répandu. Les roues de Bramah, fig. 8, sont aussi très-fréquemment employées.

Les roues en fer paraissent préférées à celles en fonte, même pour les waggons de marchandises.

Tiges de tampons rondes. Sur le chemin de Liverpool à Manchester, on remplace les tiges de tampons carrées, qui ne pouvaient que glisser dans le sens de la voie, par des tiges rondes, qui non-seulement glissent dans cette direction, mais qui encore peuvent tourner sur leur axe dans des machines en bronze.

Fig 58.

La fig. 58 représente une de ces nouvelles tiges. *ll* et *dd* sont des manchons en bronze. On a renoncé aux tiges carrées sur une partie de leur longueur, parce qu'on a reconnu que dans les courbes

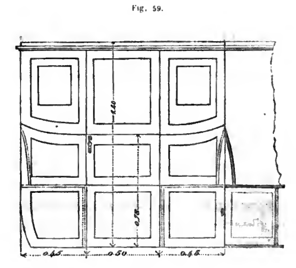
le frottement des tampons l'un contre l'autre tendait à faire tourner leurs tiges et à les fausser. Les angles de la partie équarrie ne tardaient pas d'ailleurs à s'émousser, et, la tige prenant du jeu, le mouvement latéral des voitures augmentait.

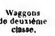
Forme des caisses de voiture.

Les caisses des voitures actuelles diffèrent peu, quant à la forme, de celles des anciennes voitures.

La loi oblige à clore de toutes parts les voitures de deuxième classe, et à couvrir au moins celles de troisième.

Fig. 59.





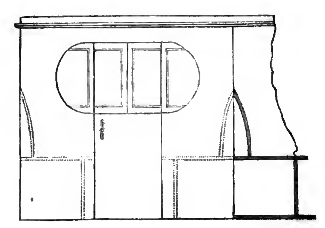
Waggons de deuxième classe.

La fig. 59 représente une des caisses d'un des nouveaux waggons de seconde classe du chemin de Liverpool à Manchester. Sous les banquettes se

trouve une caisse fermée à clef pour les petits bagages.

Les portières, sur ce chemin comme sur celui de


Fig. 60.



Derby à Birmingham et sur plusieurs autres chemins d'Angleterre, sont fermées à clef, du côté de l'entrevoie seulement.

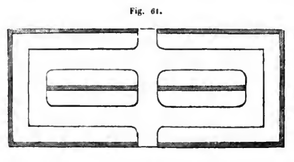
Sur le Grand-Junction Railway, on a ménagé dans les parois latérales du waggon fig. 60 une ouverture que l'on ferme à volonté au moyen de châssis vitrés, glissant dans le sens de la longueur de la voiture. Dans ces waggons on a supprimé les caisses sous les banquettes, afin de laisser aux voyageurs la faculté d'y loger leurs jambes.

Waggons de troisième classe.

Fig. 61, nous avons donné le plan d'un waggon de troisième classe du chemin de Manchester à

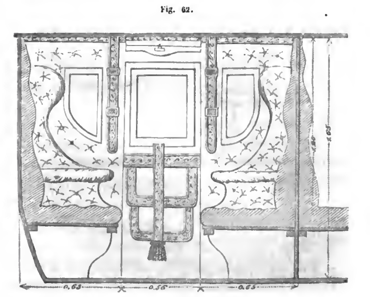
Leeds. Au milieu sont de larges banquettes sur les-

Fig. 61.



quelles les voyageurs se placent dos à dos, en s'appuyant contre des dossiers. D'autres voyageurs assis sur des banquettes autour du waggon s'appuient contre les parois.

Fig. 62.

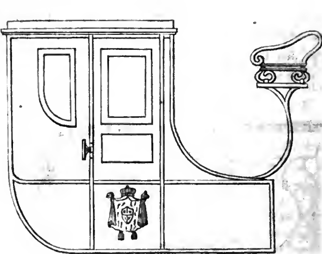


On augmente assez généralement la hauteur des caisses de voitures de première classe, et on place au-dessus des portières de petits volets que l'on peut ouvrir ou fermer à volonté.

Voitures de première classe. La fig. 62 est le croquis coté d'une caisse de voiture de première classe choisie parmi celles qui nous ont paru le mieux établies.

Malle. La fig. 63 représente la caisse du coupé d'une

Fig. 63.



malle disposée de manière à permettre aux voyageurs de se coucher.

Impériales, mode de couverture. Les impériales sont couvertes en cuir, en métal, en toile goudronnée. Nous avons déjà signalé, p. 359, les inconvénients des couvertures en métal. Celles en toile goudronnée ou en glu marine ont le

grave défaut de donner, en été, dans les voitures, une odeur insupportable.

Les waggons pour le transport des marchandises sont, en très-grand nombre, semblables au modèle fig. 1-3, pl. G_{10}. **Waggons à marchandises.**

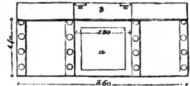
Ils ont, sur la plupart des chemins de fer, environ 13 pieds anglais (3m,90) de longueur, et 7 1/2 (2m,25) de largeur.

Les portes se trouvent sur le côté et se rabattent en tournant sur des charnières, ou se meuvent sur des glissières. Lorsqu'elles se rabattent, ce qui est le cas le plus ordinaire, elles sont assez larges pour s'appuyer quand on les ouvre sur le trottoir de déchargement, de manière à faciliter l'opération.

Les bâches sont posées sur des arcs en bois ou en fer. Les caisses sont ordinairement en bois, quelquefois en tôle.

La fig. 64 est le croquis de la caisse d'un waggon pour le transport du sel, employé sur le chemin de **Waggons pour le transport du sel.**

Fig. 64.



Leeds à Derby. *b* est une porte pour le chargement, *a* une porte pour le déchargement.

Waggons de service hydraulique.

Dans la gare du *Great-Western Railway* à Bristol, on emploie, pour transporter les voitures d'une voie sur une autre, un chariot de service ***hydraulique*** fort ingénieux.

Ce chariot roule sur une voie transversale, fig. 65

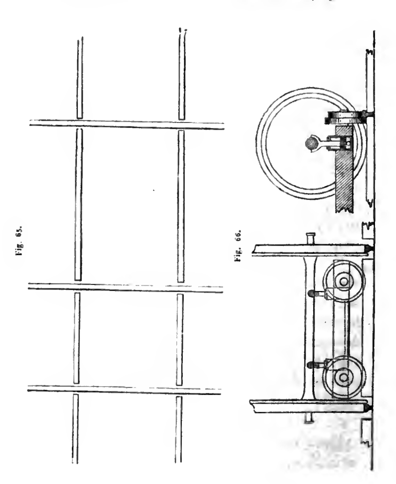


Fig. 65.

Fig. 66.

et 66, dont le niveau est de quelques millimètres plus élevé que celui des voies de départ, d'arrivée et de remisage. Cette voie transversale est interrompue à l'intersection des rails des voies longitudinales. Le chariot passe sur ces lacunes en roulant sur le rebord de ses roues qui repose alors sur les rails des voies longitudinales. Ce rebord, afin de s'appuyer par une surface de largeur suffisante sur ces rails, est aplati comme on le voit fig. 66.

Le chariot de service porte une bâche remplie d'eau, et les pompes au moyen desquelles on peut fouler et faire monter l'eau dans des cylindres verticaux. Dans ces cylindres glissent des pistons dont la tige verticale se termine par une espèce de crossette, fig. 66. La voiture roulant sur les rails d'une des voies longitudinales, s'arrête au-dessus du chariot hydraulique, de manière que les essieux se trouvent exactement au-dessus des crossettes.

Les ouvriers, en faisant agir les pompes, soulèvent les crossettes et en même temps la voiture, qui se trouve alors portée, au moyen des crossettes, par le chariot hydraulique, à une petite hauteur au-dessus des voies. Elle peut être ainsi amenée sur une voie quelconque et déposée sur cette voie en donnant écoulement à l'eau qui remplit les cylindres verticaux dans la bâche.

Du cahier des charges pour la fabrication des voitures.

Choix du fabricant.

La fabrication des roues, des essieux, des boîtes à graisse, des ressorts, des châssis et des caisses de voitures n'est pas ordinairement confiée à un seul et même établissement.

Les roues, les essieux et les boîtes à graisse proviennent des forges ou des fonderies, tandis que le châssis, la caisse et les ressorts des voitures de voyageurs sont commandés aux grandes carrosseries.

Quant aux caisses des waggons de terrassement ou des waggons de marchandises, elles peuvent être fabriquées avec économie et toute la perfection désirable par de simples charpentiers.

Conditions auxquelles les essieux doivent satisfaire.

Les essieux doivent être composés de fer de première qualité. Nous nous sommes étendus longuement, pages 296 et 297, sur leur mode de fabrication, et nous avons même traité du genre d'essai auquel ils doivent être soumis.

Conditions pour les boîtes à graisse.

Les boîtes à graisse doivent être de fonte de bonne qualité et parfaitement semblables au modèle fourni par l'ingénieur au fabricant.

Il est essentiel, lorsqu'on procède à leur réception, d'analyser le bronze de quelques coussinets.

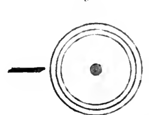
Ce bronze doit renfermer :

Etain.	18 pour 100
Cuivre. . . .	82

Les roues doivent être parfaitement centrées sans le secours des clavettes, ce qui ne peut se faire qu'autant que le moyeu est alesé. Conditions pour les roues.

On reconnaît à la réception que les roues tournent *bienrond*, en posant l'essieu sur deux coussinets fixes, le faisant tourner, et plaçant une pointe fixe à une petite distance de la roue.

Fig. 67.



Si la roue est bien centrée, cette distance doit rester invariable.

On reconnaît de la même manière, en plaçant le style fixe derrière la roue et perpendiculairement à son plan, que ce plan n'incline dans aucun sens sur la direction de l'essieu.

L'ingénieur doit se montrer extrêmement sévère sur la qualité du fer dont est composé le cercle à rebord. Il est difficile de s'en procurer qui joigne la durée à la ténacité nécessaire.

Il doit porter son attention sur le plus ou moins de soin apporté dans l'assemblage du cercle à rebords avec le cercle intérieur au moyen des rivets. Nous avons vu sur un grand nombre de roues des

cesser d'être commune, peut être divisée en deux parties contiguës, de telle manière que les services des deux compagnies soient parfaitement distincts. L'économie est alors moins grande, sans doute, que si les gares étaient communes, comme l'entend M. le comte Daru, c'est-à-dire si le service des deux entreprises se faisait sur un même rail et dans un même bâtiment. Toutefois, il s'en faut que la dépense soit alors aussi considérable que si l'on eût établi des gares séparées à une certaine distance l'une de l'autre. Les gares se trouvant ainsi concentrées en un même point, si ce n'est fondues l'une dans l'autre, les chemins peuvent avoir un tronc commun, ce qui, avons-nous dit, est sans danger, et doit conduire à une réduction souvent très-sensible des frais de construction des deux lignes. Dans ce cas, d'ailleurs, comme dans celui d'un service commun, on jouit de l'avantage d'une économie considérable dans les frais de transport des marchandises passant d'une ligne sur l'autre.

Les chemins de Rouen et de Saint-Germain nous offrent l'exemple de gares contiguës; si aujourd'hui la Compagnie de Rouen souffre du voisinage de celle de Saint-Germain, et regrette peut-être d'avoir acheté au prix de ce voisinage l'économie qui en est résultée sur la portion de son capital affectée à la construction, c'est plutôt à cause de l'exiguïté du terrain consacré à sa gare que par suite du contact des deux gares.

Que l'on ne croie pas cependant que le service de deux chemins *sur un même rail* et par des Compagnies différentes ait nécessairement une grande confusion pour conséquence. Ce cas se présente pour les chemins de Manchester à Birmingham et de Manchester à Sheffield, pour ceux de Leeds à Derby et de Leeds à Manchester, et pour bien d'autres en Angleterre, sans que l'ordre qu'exige l'exploitation paraisse en avoir beaucoup souffert.

La communauté d'administration est à désirer, mais elle n'est pas indispensable. Cette communauté a surtout pour avantage une grande réduction dans les dépenses d'exploitation. C'est ce qu'a démontré surtout la réunion des chemins *North Middland* et *Middland Counties* dans les mains d'une Compagnie unique. La propriété de ces deux entreprises s'est considérablement accrue depuis qu'elles se sont associées.

Différentes parties dont se composent les gares extrêmes.

Les gares extrêmes renferment toujours :

1° Outre les voies principales du chemin sur lesquelles partent et arrivent les convois, les voies de service pour les manœuvres des locomotives et pour leur remisage et pour celui des voitures. Ces voies sont en plus ou moins grand nombre suivant le plus ou moins d'activité et suivant la nature du mouvement sur le chemin de fer ;

2° Des bâtiments contenant toujours les bureaux de distribution des billets, ainsi que des salles d'at-

tente, et souvent aussi les bureaux de l'administration du chemin ;

3° Des bâtiments spéciaux pour le remisage des locomotives et des voitures ;

4° Des réservoirs d'eau et grues hydrauliques pour l'alimentation des machines locomotives.

Elles renferment presque toujours :

Des ateliers de réparation plus ou moins considérables et des magasins attenant à ces ateliers.

Enfin, lorsque le service des marchandises le nécessite, elles contiennent de grands bâtiments appropriés à ce service.

Les voitures qui conduisent les voyageurs au chemin de fer, ou qui les emmènent, stationnent sur quelques lignes du *Continent*, en dehors de la gare. En Angleterre, on réserve presque toujours, dans l'intérieur des gares, un espace spécial, si ce n'est pour les voitures qui amènent les voyageurs, au moins pour celles qui les emmènent.

Ces cours de service sont de nouvelles dépendances de la gare.

L'espace occupé par les voies, par les bâtiments, par les hangars ou par les cours, est très-variable, comme le mouvement de chaque ligne. Plus loin, nous indiquerons quel est cet espace et quel est le mouvement sur différentes lignes importantes. Déjà, dans le premier chapitre de cet ouvrage, nous avons fourni à cet égard quelques renseignements que nous compléterons.

On peut diviser par la pensée, et pour faciliter la description, les gares extrêmes en deux parties, qui, en réalité, ne sont séparées par aucune ligne de démarcation et forment par conséquent un ensemble unique.

1° La partie consacrée spécialement au service des voyageurs ou au chargement des chaises de poste (exception faite d'un très-petit nombre de cas particuliers), avec les cours ou remises qui en dépendent immédiatement, et les bâtiments contenant les bureaux et salles d'attente, partie où, sur les chemins anglais ou français, les voies sont toujours bordées de trottoirs, et qui s'étend de l'extrémité de la gare jusqu'à l'extrémité des trottoirs les plus éloignés du point de départ;

2° La partie située au delà de cette extrémité, la plus éloignée des trottoirs de voyageurs, partie où se trouvent les changements de voie, réservoirs, bâtiments spéciaux pour le remisage des waggons ou des locomotives, ateliers, magasins et dépôts de marchandises.

Gares couvertes et non couvertes. Sur tous les chemins anglais, les voies, le long des trottoirs, pour le départ ou l'arrivée des voyageurs, ainsi que les trottoirs eux-mêmes, sont toujours couverts. Souvent même l'espace où stationnent les voitures qui attendent les voyageurs pour les emmener l'est aussi.

Les bâtiments renfermant les salles d'attente et la cour où stationnent les omnibus sont placés sur

le bord ou à l'extrémité des trottoirs, de telle façon que les voyageurs puissent, en sortant des salles d'attente, passer dans les waggons sans être exposés à se mouiller en cas de mauvais temps.

Les voitures qui amènent les voyageurs ne pouvant entrer dans la gare proprement dite, les déposent, le plus souvent du moins, à couvert sous un péristyle.

En Belgique, les voies sont rarement couvertes, les bâtiments des salles d'attente sont souvent éloignés de la voie, et, comme les voitures sont très-basses, on n'a pas établi de trottoirs.

En Allemagne, sur certains chemins, celui de Mayence à Francfort, par exemple, les voies sont bordées de trottoirs et couvertes, mais le bâtiment des salles d'attente est séparé des trottoirs par un espace découvert.

Service des marchandises ordinairement distinct de celui des voyageurs.

Le service des marchandises, dans toutes les nouvelles gares anglaises, se fait dans un emplacement tout à fait distinct de celui qui est consacré aux voyageurs.

Les voies principales du service des marchandises se détachent alors à une petite distance de la gare de celles du service des voyageurs (Voir les plans de la gare de Bristol, de la gare de Birmingham, etc., etc.).

Sur le chemin de Leeds à Selby, le service des marchandises se fait sur les deux voies extrêmes, et celui des voyageurs sur les deux voies du milieu

(Voir pl. K_8) ; mais c'est là une exception dont nous ne pourrions citer aucun autre exemple pris dans les gares anglaises *de départ* et *d'arrivée.*

Service au départ et à l'arrivée sur des voies distinctes ou communes.

Le plus généralement, les convois partent toujours de la même voie, qui est *la voie de départ,* et arrivent aussi sur la même voie qui est *la voie d'arrivée.*

Ces deux voies, séparées par les voies de remisage, sont bordées, l'une par *le trottoir de départ,* l'autre par *le trottoir d'arrivée* (gare d'Orléans; gare du chemin de Versailles, rive gauche).

Quelquefois la voie de départ et la voie d'arrivée sont contiguës, et un seul et même trottoir échancré sert en même temps pour le départ et pour l'arrivée (gare de Derby, pl. $K_{29}, _{30}$; gare de Huntsbank, pl. K_{36}).

Enfin, il arrive aussi que les mêmes voies et les mêmes trottoirs servent alternativement pour le départ et pour l'arrivée (chemin de Saint-Germain ; chemin de Versailles, rive droite).

Lorsque les convois arrivent et partent toujours sur la même voie, il faut nécessairement, à chaque voyage, faire passer les waggons de la voie d'arrivée sur la voie de départ. Cette manœuvre se fait ordinairement avec les machines locomotives et au moyen des changements de voie.

C'est pour l'éviter sur les chemins de Saint-Germain et de Versailles (rive droite), où les départs ont eu lieu quelquefois de quart d'heure en quart

d'heure, que l'on est parti alternativement sur l'une et sur l'autre voie, e s'est trouvé ainsi conduit à construire, sur le chemin de Saint-Germain, deux bâtiments de salle d'attente, un de chaque côté des voies (Voir pl. K_3, et sur le chemin de Versailles, rive droite, un bâtiment entre les trottoirs au milieu de la gare, pl. K_3).

Emplacement des bâtiments pour les salles d'attente.

Les bâtiments pour salles d'attente sont ordinairement placés, tantôt sur le côté des voies (chemin de Londres à Birmingham, pl. K_8 et K_9, etc.; chemin d'Orléans, pl. K_{19} et K_{20}), tantôt à l'extrémité (chemin de Bristol, gare de Londres; chemin du Nord, gare de Paris).

Ces dispositions diverses du bâtiment des salles d'attente présentent des avantages ou des inconvénients que nous indiquerons plus loin.

Le nombre et la disposition des voies varient avec l'activité du service, sa nature et la forme ou l'étendue du terrain que l'on pouvait consacrer à la gare.

Nombre de voies entre les trottoirs.

Au chemin de Londres à Douvres (gare de Londres) et à celui de Londres à Birmingham (gare de Birmingham), sur le chemin du Nord (gare de Paris), le nombre des voies, le long des trottoirs, est de six. Les quatre voies comprises entre la voie de départ, contiguë au trottoir de départ, et la voie d'arrivée, contiguë au trottoir d'arrivée, sont des voies de remisage ou de service. Toutes ces voies sont terminées par des plaques tournantes dont les

Chargement et déchargement des voitures de poste.

centres sont placés sur une droite perpendiculaire aux voies. Derrière ces plaques est un trottoir transversal qui réunit les trottoirs de départ et d'arrivée, et derrière ce trottoir, lorsque le bâtiment est sur le côté, une cour dont le sol est au même niveau que le trottoir.

Ce trottoir sert ordinairement au chargement des chaises de poste ou voitures de particuliers sur des *trucks* que l'on amène pour les recevoir sur les plaques tournantes ou sur une petite portion de voie établie au delà des plaques et pénétrant dans l'intérieur du trottoir.

Le déchargement s'opère, ou sur le même trottoir, ou sur un autre placé à l'extrémité de l'emplacement où stationnent les omnibus (gare de Bricklayers).

Au chemin d'Orléans (gare d'Orléans), les voies, le long des trottoirs, sont au nombre de quatre seulement ; il n'y a donc que deux voies de remisage ou de service seulement; mais, le terrain le permettant, on a prolongé les voies au delà de la rangée de plaques tournantes qui forment la limite que ne dépassent jamais les convois de voyageurs, et les voies prolongées sont devenues toutes les quatre des voies de remisage.

On peut considérer, par conséquent, la gare du chemin d'Orléans à Paris comme composée de deux parties séparées par une rangée de plaques tournantes : l'une, qui en forme l'extrémité, n'est qu'une

remise; elle n'est pas bordée de trottoirs; l'autre, bordée de trottoirs, est la gare proprement dite des voyageurs.

Le chargement des chaises de poste a lieu sur la prolongation de la voie de départ au moyen de voies transversales et de plaques tournantes spéciales (Voir la légende); le déchargement, sur d'autres plaques établies près de la voie d'arrivée.

On transporte aussi sur le chemin d'Orléans les caisses de diligences des entreprises de messageries sur des *trucks* spéciaux (Voir pl. 62, et la légende). Le chargement de ces caisses n'a pas lieu dans le même emplacement que celui des chaises de poste. Il se fait dans un emplacement spécial, sur une voie latérale au delà des trottoirs (Voir pl. K_{19} et K_{20}), au moyen d'appareils particuliers (pl. L_1).

Au chemin de Versailles (rive gauche), gare de Paris, le nombre des voies longeant les trottoirs est encore moins considérable qu'au chemin d'Orléans, puisqu'il n'est que de trois; une voie de départ, une voie d'arrivée, et une voie intermédiaire servant à la manœuvre des locomotives, comme nous l'expliquerons plus loin.

Au même chemin, les plaques tournantes ne sont pas en ligne droite, mais placées aux trois sommets d'un triangle, et les voies se recourbent à leur approche.

Les voies de remisage se trouvent à l'extrémité

des trottoirs les plus éloignés de l'extrémité de la gare, à côté du trottoir de départ.

Outre la rangée de plaques tournantes placées à l'extrémité des trottoirs la plus voisine de celle de la gare, on en établit souvent une seconde à l'autre extrémité des trottoirs (gare de Bristol), et quelquefois même une troisième au milieu.

Service des locomotives à l'arrivée des convois, ancien mode.

Les plaques tournantes servent à faire passer les voitures des voies de remisage sur celles de départ. Elles servent aussi à la manœuvre des locomotives, comme nous allons l'expliquer.

Supposons une locomotive arrivant en tête d'un convoi. Les waggons étant arrêtés, on la détache du convoi et on la sépare du tender. On la fait passer, au moyen des plaques tournantes, sur une des voies de service, tout en la retournant bout par bout. On en fait autant du tender; puis l'on attache de nouveau le tender à la machine.

La machine et son tender reviennent, au moyen d'un changement de voie sur la voie d'arrivée, se placer à l'extrémité du convoi la plus éloignée de l'extrémité de la gare. Elle traîne ce convoi et le fait passer, toujours à l'aide des changements de voie, sur la voie de départ; et enfin, cela fait, elle vient de nouveau sur la voie de service, où elle s'arrête au-dessus d'une fosse en maçonnerie, entre les rails de cette voie, près d'une grue hydraulique. On pique le feu, visite et nettoie toutes les parties de la machine; on l'alimente d'eau et de combustible,

on la graisse et on la ramène sur la voie de départ, en tête du convoi. On peut aussi faire passer les waggons de la voie d'arrivée sur celle de départ, aussitôt que le convoi est arrivé, en poussant ce convoi au lieu de le traîner au travers des changements de voie jusque sur la voie de départ, et en l'amenant à reculons devant la voie de départ. Mais il faut ensuite faire encore passer la machine et son tender sur les plaques tournantes pour la retourner bout par bout, l'alimenter d'eau et de combustible et la ramener sur la voie de départ, en tête du convoi.

Les machines doivent marcher toujours en tête des convois en les traînant, et jamais en arrière en les poussant. Les machines étant placées derrière, le mécanicien ne pourrait apercevoir les obstacles que l'on rencontre quelquefois sur les voies, et s'arrêter par conséquent, pour éviter les chocs. Il arriverait ainsi qu'un waggon venant à dérailler, la machine le pousserait par-dessus tous les waggons qui le suivent.

Le danger serait le même, quoique beaucoup moins grand, si le tender marchait devant la machine, au lieu de marcher derrière. Ce n'est donc que rarement, et par exception, que l'on doit marcher *tender en avant*.

Le service des locomotives s'est fait pendant longtemps dans les gares anglaises, ainsi que dans la plupart de nos gares, de cette manière. Aujourd'hui

il se fait en Angleterre assez généralement d'une autre façon.

Mode anglais. La machine n'accompagne plus le convoi jusque sur la voie d'arrivée. A une centaine de mètres, ou même davantage, des trottoirs d'arrivée, les convois s'arrêtent; les gardes ou conducteurs de waggons, se promenant sur un petit trottoir spécial, recueillent les billets des voyageurs; la machine, accompagnée de son tender, est détachée du convoi; elle passe, au moyen des changements de voie, derrière le convoi, le pousse jusque sur la voie d'arrivée vis-à-vis du trottoir; puis, les voyageurs étant descendus, le conduit sur la voie de départ; elle se rend ensuite seule avec son tender sur une grande plaque tournante d'environ dix mètres de diamètre, établie à une certaine distance de la portion de gare consacrée au départ et à l'arrivée des voyageurs. On la retourne bout à bout sur cette plaque, sans la détacher du tender; elle se transporte auprès du réservoir et du magasin de coke; puis, enfin, alimentée et nettoyée, elle retourne sur la voie de départ se placer en tête du convoi (Voir la planche de la gare de Bricklayers et sa légende).

Mode adopté au chemin de Rouen. Au chemin de Rouen, les convois s'arrêtent avant d'entrer dans la gare couverte, comme au chemin de Douvres, et les gardes recueillent les billets. La machine avec son tender est séparée du premier waggon, mais elle ne passe pas derrière le convoi;

on l'y attache de nouveau, cette fois, avec une corde et un crochet particulier décrit page 398. Le convoi recommençant à marcher, la machine suit d'abord la même voie ; puis, dès qu'elle a dépassé un changement de voie, les aiguilles étant convenablement manœuvrées, le convoi entre dans une voie latérale. La machine le traîne de côté pendant quelques instants ; on la sépare une seconde fois du convoi, en décrochant subitement la corde, au moyen d'un mécanisme particulier ; on l'arrête avec le frein du tender, ou en renversant la vapeur, à l'entrée de la gare couverte, et le convoi continue son chemin, en vertu de sa vitesse acquise, jusqu'au trottoir d'arrivée, où on l'arrête à son tour à l'aide des freins (Voir la planche K_{26} et la légende).

Ici nous terminons la description générale de la partie des gares consacrée au service du départ et de l'arrivée des voyageurs, et l'exposé des manœuvres au départ et à l'arrivée des convois. Et, revenant en arrière, nous allons présenter quelques observations critiques sur différentes dispositions ou manœuvres dont nous avons parlé.

Avantages et inconvénients des bâtiments de tête ou de côté.

Nous avons dit que le bâtiment des salles d'attente était placé tantôt à côté de la voie de départ, tantôt en tête. Dans un seul cas, sur le chemin de Versailles (rive droite), à Versailles, il a été placé au milieu de la gare. Dans un autre cas, également unique parmi ceux que nous connaissons, au chemin de Montpellier à Nîmes, on a consacré aux

salles d'attente et aux bureaux, pour la distribution des billets, un emplacement voûté au-dessous de la voie. Au chemin de Francfort à Mayence, le bâtiment des salles d'attente n'est placé ni sur le côté, le long du trottoir, ni en tête de la gare, ni au milieu, ni en dessous, mais à une certaine distance, comme un édifice tout à fait étranger à la gare.

Nous allons d'abord tâcher de nous rendre compte des avantages ou des inconvénients qu'il peut y avoir à placer le bâtiment des salles d'attente en tête ou sur le côté.

La forme et l'étendue du terrain acheté par la Compagnie obligent quelquefois l'ingénieur ou l'architecte à placer le bâtiment en tête plutôt que sur le côté.

Dans d'autres cas, et ce sont les plus ordinaires, ils ont le choix de l'emplacement pour ce bâtiment à côté des voies ou en tête ; ils doivent alors peser les différentes considérations qui suivent comme propres à motiver la préférence en faveur de la construction des bâtiments sur le côté ou en tête.

Les bâtiments étant placés sur le côté :

On peut donner issue à un grand nombre de voyageurs à la fois par des salles d'attente immédiatement sur le trottoir de départ, ce qui est important les jours de fête, où il y a une immense affluence sur certains chemins, comme ceux de Saint-Germain et de Versailles.

Les voyageurs se rendant directement des salles

dans les waggons, leur classement se fait plus facilement et avec plus d'ordre que si les salles d'attente étaient en tête.

Le principal avantage de cette disposition est donc de faciliter le service.

On peut, en prolongeant les bâtiments et les trottoirs, desservir aisément les nouveaux chemins de fer qui, par suite, pourraient s'embrancher sur une première ligne exploitée. C'est ainsi qu'à Manchester on a construit un bâtiment de 150 mètres de longueur, renfermant les bureaux et salles d'attente de trois chemins de fer dont le service est distinct : le chemin de Manchester à Birmingham, celui de Manchester à Sheffield, et le chemin de Manchester à Ashton under Lyme. Les trois chemins ont alors la même voie de départ.

On peut enfin, en cas de nécessité, prolonger le chemin de fer sans être obligé de démolir les bâtiments. Au chemin de Bristol, on est sur le point, pour prolonger les voies du côté d'Exeter, de renverser un édifice gothique dont la construction toute récente a dû être excessivement coûteuse (Voir planche K_{31}, $_{32}$).

Mais si la construction du bâtiment des salles d'attente sur le côté présente les avantages que nous venons d'énumérer sur la construction des bâtiments en tête, elle a aussi ses inconvénients.

Les principaux sont d'exiger une double façade, l'une en tête du chemin, l'autre sur le côté, du

moins si l'entrée du bâtiment est, comme aux chemins d'Orléans et de Londres à Birmingham, sur le côté; de ne pas permettre la juxtaposition de nouvelles voies à côté des anciennes pour la création de gares nouvelles, et enfin de forcer à faire partir les voyageurs toujours du même trottoir.

On remédie, à la vérité, à ce dernier défaut en disposant le trottoir comme aux gares de Huntsbank et de Derby (Voir pl. $K_{29, 30}$). Mais cette disposition n'est praticable que dans certaines localités. Ainsi, elle n'aurait pu être appliquée sur les chemins de fer de Versailles, où les convois, composés de trente waggons, ont quelquefois jusqu'à 200 mètres de longueur, et où il eût été impossible de donner 400 mètres de développement aux trottoirs de départ et d'arrivée placés à la suite l'un de l'autre.

Le bâtiment des salles d'attente a été placé sur le côté aux chemins de Londres et de Birmingham (gares de Londres et de Birmingham), sur le chemin de Douvres (gare de Bricklayers), au chemin d'Orléans (gare de Paris), au chemin de Rouen (gare de Rouen).

Il a été placé en tête sur le chemin de Bristol (gare de Londres), sur le chemin de Douvres (gare de Londres), sur le chemin de Southampton (gare de Londres), sur le chemin du Nord (gare de Paris), sur le chemin de Versailles, rive gauche (gare de Paris).

En général, le bâtiment des salles d'attente étant

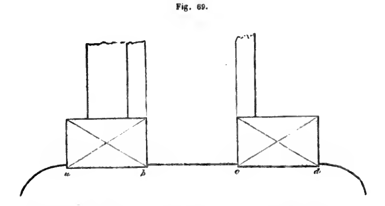
placé le long du trottoir de départ, il est d'usage que l'entrée du bureau se trouve sur la face du bâtiment opposé à celle qui borde le trottoir (chemins d'Orléans, Londres, Birmingham, etc.). Au chemin de Versailles (rive gauche), toutefois, le bâtiment des salles d'attente (gare de Versailles) étant sur le côté du trottoir, on entre dans les bureaux par l'une des extrémités (voir la planche K_4). Au chemin de Londres à Douvres (gare de Bricklayers), on entre aussi par l'extrémité, comme au chemin de Versailles (rive gauche), les jours où l'affluence n'est pas extraordinaire; mais les jours fériés, on ouvre deux portes, l'une à l'extrémité pour les voyageurs de première classe seulement; l'autre sur le côté pour ceux de seconde classe.

En supprimant complétement l'admission du public sur le côté, on évite la double façade; mais alors on se prive de l'avantage de pouvoir placer les voyageurs qui font queue à l'abri de la pluie, sous ces galeries couvertes qui longent le bâtiment sur la plupart des chemins d'Angleterre, et il faut consacrer une partie de l'intérieur de l'édifice à un spacieux vestibule.

Au chemin de Versailles, rive gauche (gare de Versailles), le vestibule est trop étroit, et les abords sont mesquins et incommodes. Le projet du bâtiment des salles d'attente avait été étudié avec l'intention de donner entrée dans les bureaux par le côté. C'est par les ordres du Conseil d'administration, Disposition mixte.

lorsque le bâtiment était à peu près achevé, que les ingénieurs ont fait ouvrir une porte à l'extrémité et réservé un vestibule. Si l'on eût prévu cette modification dans la distribution des salles et bureaux, on eût élargi le bâtiment sur toute la longueur du vestibule de deux fois la largeur du trottoir, comme le montre la fig. 69. Cette disposition, bien qu'elle

Fig. 69.



ne soit pas aussi économique qu'elle le paraisse d'abord, attendu qu'une façade *ab* d'un côté des voies en nécessite une semblable *cd* de l'autre côté, paraît cependant assez satisfaisante dans un service comme celui du chemin de Versailles (rive gauche), qui n'exige pas un grand développement de façade sur la cour de départ.

Si, au contraire, on jugeait nécessaire de donner un plus grand développement à la façade, il faudrait construire le bâtiment contenant le vestibule tout

au travers des voies, et on tomberait dans un système mixte, entre le système des bâtiments de côté et celui des bâtiments de tête, qui participerait des avantages et des inconvénients de l'un et de l'autre, et qui ne laisserait pas que d'être assez dispendieux.

Bâtiment au milieu de la gare.

En plaçant le bâtiment des salles d'attente au milieu de la gare, comme on l'a fait au chemin de Versailles (rive droite), on a eu pour but de se ménager les moyens de partir et d'arriver successivement sur les deux voies latérales aux deux trottoirs qui longent ce bâtiment, et d'éviter ainsi la perte de temps qu'exige la manœuvre par laquelle on fait passer chaque convoi de la voie d'arrivée sur la voie de départ.

Cette disposition est très-ingénieuse sans doute, et il est incontestable que les ingénieurs de la rive droite en ont tiré un très-heureux parti; mais elle est loin d'être à l'abri de la critique.

Le bâtiment des salles d'attente partageant ainsi la gare en deux parties distinctes, et pour ainsi dire indépendantes l'une de l'autre, la surveillance du chef de gare se trouve divisée d'une manière fâcheuse; il faut un plus grand nombre de voies, puisque de chaque côté du bâtiment on doit poser une voie de service pour les locomotives, et la gare couvre un plus grand espace de terrain.

Quelquefois, sans doute, il peut être utile, sur un chemin où l'on part certains jours de demi-heure en demi-heure, de ne pas être obligé de changer

les waggons de voie au moment de l'arrivée; mais ce cas se présente assez rarement, et, d'ailleurs, on parvient au même résultat d'une manière plus satisfaisante, à notre avis, en plaçant le bâtiment en tête.

Salles d'attente sous les voies.

L'extrémité du chemin se trouvant à une certaine hauteur au-dessus du sol, il semble assez convenable de placer les salles d'attente sous la voie, comme on l'a fait au chemin de Montpellier à Nîmes. C'est une disposition qui a surtout le mérite de l'économie, du moins dans certains cas particuliers, lorsque le prix peu élevé de la pierre de taille ou de la brique permet de construire des voûtes à bon marché, et que, par des raisons quelconques, il est plus avantageux de poser les voies d'arrivée et de départ sur maçonnerie que sur remblai. Sur le chemin de Versailles (rive gauche), par exemple, à l'extrémité de Paris, comme les remblais ont été profitables à la Compagnie, puisqu'on lui a payé une certaine somme pour avoir la permission de les déposer sur ses terrains, et que les voûtes n'auraient pu, par le fait du voisinage des maisons, être convenablement éclairées, on a trouvé, au contraire, qu'il était moins coûteux de placer les salles d'attente dans un bâtiment de tête spécial.

Quant à la disposition du bâtiment des salles d'attente sur le chemin de Francfort à Mayence, nous l'avons déjà critiquée.

Cours de départ et d'arrivée.

De quelque manière que soit placé le bâtiment des salles d'attente, il est convenable qu'il existe du

côté du départ, aussi bien que de celui de l'arrivée, une cour fermée par une grille.

On trouve des cours de ce genre aux chemins de Londres à Birmingham, de Douvres (gare de Bricklayers), d'Orléans (gare de Paris), de Saint-Germain (gare de Paris), et du Nord (gare de Paris).

Sur le chemin de Bristol (gare de Londres), de Douvres (gare de Londres), de Southampton (gare de Londres), de Versailles, rive gauche (gare de Paris), l'entrée des bureaux de distribution des billets est sur la voie publique.

Il n'est, au contraire, presque aucun chemin qui n'ait sa cour de service pour les voitures qui viennent attendre les voyageurs à l'arrivée. Cette cour, comme on pourra le reconnaître en étudiant les plans de notre atlas, est généralement placée sur le côté, rarement en avant.

Utilité de couvrir les voies.

Nous regardons comme nécessaire de couvrir les trottoirs et les voies entre les trottoirs, non-seulement dans l'intérêt des voyageurs, mais aussi pour la conservation du matériel qu'on est obligé de laisser stationner sur les voies.

Nombre de voies entre les trottoirs le plus convenable.

Le nombre des voies entre les trottoirs diffère beaucoup. Deux voies, celle de départ et celle d'arrivée, suffiraient à la rigueur, lorsque la manœuvre se fait, comme aux chemins de Douvres et de Rouen (gare de Rouen), sans que la machine entre dans l'espace entre les trottoirs.

Mais quand les machines accompagnent les con-

vois jusqu'aux plaques tournantes de l'extrémité du chemin, il faut toujours, outre les voies de départ et d'arrivée, une voie de service.

Cette voie de service est ordinairement placée entre les voies de départ et d'arrivée. Dans la gare de Bâle, cependant, il n'existe, entre les trottoirs, que deux voies, celle de départ et celle d'arrivée; la voie de service a été posée en dehors. En isolant ainsi cette voie, on a eu pour but de prévenir les accidents auxquels on eût été exposé en traversant les voies pour se rendre des trottoirs d'arrivée dans la cour de départ, qui, dans cette gare, sert aussi de cour d'arrivée.

Il est très-utile de pouvoir remiser sur les voies spéciales, entre les voies d'arrivée et de départ, des voitures de différentes espèces, que l'on ajoute, suivant les besoins, aux convois. Ce n'est donc que lorsque la largeur de la gare ne le permet pas, comme au chemin de Versailles (rive gauche), gare de Paris, que l'on s'abstient d'en établir.

Si, comme au chemin d'Orléans à Paris ou au *Great-Western Railway* à Bristol, la gare est très-longue, et que, les salles d'attente étant placées sur le côté, l'on puisse consacrer une partie exclusivement au remisage, il n'est pas nécessaire de poser un nombre de voies de remisage aussi grand que si l'on ne pouvait établir des remises au fond de la gare, soit qu'elle fût trop courte, soit que, les salles d'attente étant placées en tête, on ne jugeât pas à pro-

pos de les séparer par une remise du trottoir de départ.

Ainsi, dans la longue gare du chemin d'Orléans à Paris, on n'a posé que quatre voies en tout entre les trottoirs, tandis que dans les gares plus courtes du chemin de Londres à Douvres (gare de Londres) et dans celle de Birmingham du chemin de Londres à Birmingham, on en a posé six.

Les gares très-larges, quand elles sont couvertes de magnifiques charpentes hardies et élégantes, comme celles de la gare du Nord, prennent un caractère grandiose, en harmonie avec l'importance du chemin dont elles forment la tête, que n'ont pas les gares longues et étroites.

Nous recommandons surtout les larges trottoirs, comme ceux des gares de Birmingham, d'Orléans, etc.

Nous avons vu qu'on plaçait toujours à l'extrémité des trottoirs de départ et d'arrivée des voyageurs une rangée de plaques tournantes. Lorsque ces plaques sont en ligne droite, comme par exemple au chemin de Londres à Birmingham, il faut pour les loger augmenter beaucoup l'écartement des voies. Ainsi les plaques ayant $4^{m},25$ seulement de diamètre, l'écartement des voies ne peut pas être moindre que 3 mètres. On peut maintenir l'écartement des voies à $1^{m},80$, ou du moins ne l'augmenter que très-faiblement, en disposant les plaques triangulairement, comme au chemin de

Versailles (rive gauche), gare de Paris. On peut aussi faire converger les axes de deux ou un plus grand nombre de voies vers une plaque, comme on l'a fait au chemin de Vienne à Raab (Voir pl. K_{13}, $_{14}$ et $_{15}$).

On peut enfin faire converger les axes de toutes les voies vers le centre d'une plaque unique, comme au chemin de Newcastle à Carlisle.

Dans ces différents cas, on est obligé de courber les voies aux approches des plaques ; si alors on ne peut faire usage que de plaques de petit diamètre, comme au chemin de Versailles (rive gauche), il résulte de cette courbure une grande fatigue pour les hommes qui, après avoir détaché le tender de la machine, sont obligés de le pousser sur la plaque. Cet inconvénient disparaît lorsque les plaques sont, comme celles des chemins de Vienne et de Newcastle à Carlisle, de grand diamètre. C'est la machine qui ramène alors le tender, en le traînant à sa suite sur la plaque.

Le faible écartement des voies (1^m,80) dans la gare du chemin de Versailles (rive gauche) est sans inconvénient, parce que la voie du milieu est exclusivement consacrée au service des locomotives, et qu'il n'existe aucune voie intermédiaire pour le remisage ; mais cet écartement serait trop faible pour des voies de remisage. Il est convenable qu'il soit au moins de 2^m,50, afin qu'on puisse circuler aisément entre les voitures pour les visiter.

Souvent on pose une seconde rangée de plaques à l'autre extrémité des trottoirs, plaques qui peuvent être de très-petit diamètre, n'étant généralement employées que pour la manœuvre des voitures. Quelquefois même, si la gare est longue, on place d'autres plaques dans le milieu, à égale distance des extrémités du trottoir. Il importe alors de ne pas oublier que, pour que les voies principales ne soient jamais interrompues, les plaques tournantes sur lesquelles passent les convois doivent toujours être à quatre voies.

On se sert aussi, pour transporter les voitures d'une voie sur une autre, de chariots; dans ce cas, ces chariots doivent être disposés, comme celui du chemin de Bristol, décrit page 412, de manière qu'en les déplaçant, on n'interrompe jamais les voies.

On néglige souvent de placer des heurtoirs à l'extrémité des gares; ils nous paraissent cependant indispensables dans tous les cas, et surtout quand le bâtiment des salles d'attente est en tête. Au chemin de Saint-Germain, avant qu'on eût établi des heurtoirs dans la gare du Pec, une machine est arrivée avec une telle vitesse, qu'elle a renversé un pan de la maison qui se trouve en tête et qui renferme les bureaux de distribution des billets. Utilité des heurtoirs.

Le heurtoir n'est pas seulement nécessaire à l'extrémité de la voie d'arrivée, car une machine placée sur toute autre voie peut, étant abandonnée à elle-même avec un régulateur imparfaitement fermé,

marcher dans un sens ou dans l'autre, selon la position du levier d'embrayage.

Avantages et inconvénients respectifs des différents modes de service à l'arrivée.

Si l'on compare entre eux les différents modes décrits plus haut pour la manœuvre des machines locomotives, au moment de l'arrivée, on trouve que celui qui consiste à pousser ou traîner obliquement les convois de manière à ne jamais laisser pénétrer les locomotives dans l'espace réservé entre les trottoirs, est préférable à l'ancien mode, en ce sens qu'il permet d'économiser une voie de service, de retourner toujours la machine bout par bout, sans la détacher du tender sur une grande plaque tournante, ordinairement plus facile à loger au delà des trottoirs qu'à l'extrémité des voies; et enfin, en ce qu'il évite aux voyageurs l'ennui du bruit et de la fumée des machines.

L'ancien mode toutefois présente un avantage : celui de ne pas obliger à faire stationner les convois à l'entrée de la gare. Aussi a-t-il été conservé sur les chemins de faible longueur où chaque minute devient précieuse. On prend alors les billets à la dernière station, au lieu de les prendre au moment de l'arrivée.

Des deux manœuvres suivant le nouveau mode, celle du chemin de Rouen et celle du chemin de Douvres, la dernière nous paraît préférable, en ce qu'elle est moins dangereuse et moins compliquée.

Il nous reste à parler de la disposition générale de la partie des gares qui se trouve au delà de l'ex-

trémité des trottoirs la plus éloignée de l'extrémité du chemin, nous réservant de revenir plus loin, après avoir traité complétement de l'ensemble des dispositions d'une gare d'arrivée ou de départ, sur la distribution intérieure du bâtiment des salles d'attente, sur les détails de construction des heurtoirs, etc., etc.

C'est dans cette seconde partie de la gare, avons-nous dit, que se trouvent toujours les changements de voie, les remises de locomotives, une partie, si ce n'est la totalité des remises de waggons, les magasins de coke et réservoirs avec grues hydrauliques, souvent des ateliers de réparation plus ou moins vastes, et quelquefois des bâtiments pour le service des marchandises.

Disposition des changements de voie.

On doit, dans la disposition des changements de voie, s'astreindre à suivre, autant que possible, les règles que nous avons posées pages 227 et 228, comme nous l'avons fait pour les gares extrêmes du chemin de Versailles (rive gauche). Cependant on remarque, en étudiant les plans de gares dans notre atlas, que l'on s'en est écarté assez fréquemment, soit qu'on y ait été forcé par la nature du service, soit qu'on ait attaché peu d'importance à ces règles, parce que les convois ne doivent marcher dans les gares extrêmes qu'à petite vitesse, et que, par conséquent, ils peuvent changer de voie sans grand danger.

Les voies d'arrivée et de départ doivent toujours

être réunies par un changement de voie. Les voies de remisage doivent aussi communiquer directement ou indirectement avec les voies de départ et d'arrivée par les changements de voie.

On fait usage avec avantage, pour diminuer l'étendue et la complication des voies et la longueur des gares, du changement de voie à trois aiguilles, représenté pl. D_{17} (Voir les plans des nouvelles gares anglaises, et notamment celui de la gare de Bricklayers).

Division du service des voyageurs, des marchandises et des ateliers.

Les voies et bâtiments pour le service des voyageurs, pour celui des marchandises, pour celui des ateliers, et pour l'alimentation et le nettoyage des locomotives, doivent former dans la gare, autant que possible, des groupes tout à fait distincts.

Nous offrirons, comme un véritable modèle de simplicité à cet égard, la station extrême de Bricklayers, sur le chemin de Douvres (Voir la planche).

Le groupe des voies v v^1 v^2 est affecté uniquement au service des voyageurs, celui des voies y^1 y^2 au service des marchandises, et enfin celui des voies z^1 z^2 au service de remisage, d'alimentation et de nettoyage des locomotives. Il n'y a pas d'ateliers dans cette gare. Les machines à réparer sont conduites aux ateliers de Newcross, à une petite distance de Bricklayers.

La disposition des voies dans la gare de Versailles du chemin de Versailles (rive gauche) est bonne

aussi à imiter, dans le cas où le service se fait suivant l'ancien mode.

Les voies pour les marchandises doivent toujours se détacher comme dans les gares de Bricklayers, Birmingham, Bristol, etc., des voies principales, à une petite distance de l'entrée de la gare.

Emplacement des remises de locomotives et des ateliers.

Les remises de locomotives, ainsi que les ateliers, lorsque le choix est libre, doivent être placées de préférence du côté de la voie de départ, moins dangereuse à traverser que celle d'arrivée, parce que les machines s'y montrent moins inopinément que sur la dernière. Il convient de les réunir, autant que faire se peut, d'un même côté, afin d'éviter de passer trop fréquemment au travers des voies principales.

Des réservoirs.

Il importe que les grands réservoirs d'eau pour l'alimentation des locomotives soient en communication avec tous les bâtiments, afin de pouvoir, en cas d'incendie, en verser presque instantanément le contenu sur ces bâtiments.

Composition des gares extrêmes.

Si l'on cherche à se rendre compte de la composition d'une gare extrême, l'on trouve qu'elle renferme toujours, dans la partie spécialement consacrée au départ :

Des bureaux pour la distribution des billets des voyageurs avec vestibule plus ou moins vaste ;

Des bureaux pour le service des bagages ;

Une ou plusieurs salles d'attente plus ou moins grandes avec dépendances ;

Des salles ou bureaux pour le chef de gare et pour les gardes, lampistes, etc.;

Un cabinet pour le commissaire de police (en France du moins).

Souvent elle renferme aussi :

Les bureaux de l'administration, y compris ceux de l'ingénieur en chef;

Le logement du directeur ;

Une ou plusieurs salles pour la visite des employés de l'octroi ou des douanes ;

Un café.

Emplacement des bureaux de l'administration centrale.

Les bureaux de l'administration centrale sont ordinairement placés à l'une des extrémités du chemin. Il en est ainsi pour tous les chemins qui aboutissent à Paris. Les bureaux de l'administration centrale sont placés à Paris.

Sur le chemin de Strasbourg à Bâle, les bureaux de l'administration centrale sont à Mulhouse, à une certaine distance des extrémités.

Quand la ligne est très-courte, comme sur le chemin de Versailles et Saint-Germain, la Compagnie n'a des bureaux pour l'administration qu'à l'une des extrémités ; quand elle est longue comme celle du chemin de Bristol, il faut nécessairement établir des bureaux auxiliaires à l'extrémité où ne se trouvent pas ceux de l'administration centrale.

Les bureaux de l'administration se trouvent souvent dans le même bâtiment que les salles d'attente, comme aux chemins de Londres à Birmingham,

Versailles (rive droite et rive gauche), quelquefois dans un bâtiment distinct, comme aux chemins d'Orléans, de Rouen et au chemin du Nord. Dans ce dernier cas, il est essentiel que le bâtiment de l'administration soit voisin de la gare, et que l'on puisse communiquer facilement de l'un à l'autre.

Des salles pour la visite de l'octroi et pour celle des douanes.

Les salles, pour la visite de l'octroi, doivent en général faire partie d'un bâtiment distinct de celui des salles d'attente, placé à côté de la voie d'arrivée, comme au chemin d'Orléans, puisque c'est toujours à l'arrivée et non au départ que l'on visite les voyageurs.

Quant à la visite des douanes, elle se fait au départ aussi bien qu'à l'arrivée. Il faudrait donc, à la rigueur, deux salles, l'une à côté de la voie de départ, l'autre à côté de celle d'arrivée. Au chemin de Bâle, cependant, les bureaux de douane sont tous du même côté. Cela tient à ce que, sur ce chemin, le départ et l'arrivée ont lieu, pour toutes les stations comme pour celle de Bâle, dont nous avons déjà parlé, dans une cour unique; sans cette circonstance particulière, l'administration des douanes eût très-certainement exigé que la Compagnie établît d'un côté des bureaux complets avec des cabinets de visite, et de l'autre, une salle pour les employés et des cabinets de visite.

Ce n'est pas seulement dans la station la plus voisine des frontières qu'il est nécessaire de placer des bureaux de douane : une seconde visite a sou-

vent lieu entre les premières et secondes lignes; mais comme alors il faudrait aussi des employés distincts pour chacune de ces salles, on se borne, en général, à placer des salles pour la visite des douanes du côté de la voie de départ, seulement comme au chemin de Bâle.

Des salles de café ou restaurant. Les salles de café ou restaurant sont placées dans le bâtiment des salles d'attente ou dans un bâtiment séparé.

Il vaut mieux qu'elles se trouvent dans un bâtiment séparé, afin que les consommateurs qui ne se servent pas du chemin de fer puissent être plus facilement exclus de la gare.

Les salles d'attente et les bureaux de distribution des billets sont toujours réunis dans le même bâtiment.

Des bureaux de bagages. Les bureaux pour le service des bagages et même pour la réclamation des objets perdus se trouvent aussi placés assez ordinairement dans ce bâtiment.

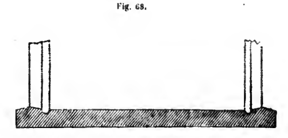
Au chemin de Douvres cependant, gare de Bricklayers, le bureau pour la réclamation des objets perdus et la salle de départ de ces objets ont été disposés dans un bâtiment spécial.

Des bureaux pour le chef de gare, les gardes, etc. Les bureaux ou chambres pour le chef de gare, les gardes et les lampistes sont indifféremment établis dans le bâtiment des salles d'attente, comme au chemin de Douvres (gare de Bricklayers), ou dans des bâtiments spéciaux, comme au chemin de Ver-

été obligés, au chemin de Versailles, d'exiger du fabricant qu'il rectifiât l'inclinaison des roues d'une livraison considérable.

Un seul et même gabarit en tôle, fig. 68, peut servir à mesurer l'inclinaison des jantes et à con-

Fig. 68.



stater que l'écartement des roues jumelles est invariable.

Prix des essieux.

Nous avons dit, plus haut, que les essieux valaient aujourd'hui, en France, 1 fr. 8 c. le kilogramme. Les dernières adjudications ont eu lieu au prix de 98 centimes.

Prix des roues.

Les roues en fer coûtent de 90 centimes à 1 franc. On les paye 98 centimes pour le chemin du Centre, et 90 centimes pour le chemin de Bâle à Strasbourg.

Prix des boîtes à graisse.

Une boîte à graisse du poids de 16 kilogrammes, avec un coussinet en bronze, se paye 24 francs.

Conditions auxquelles les ressorts doivent satisfaire.

L'ingénieur doit prescrire au fabricant la forme à donner aux ressorts, car cette forme exerce une grande influence sur leur douceur, leur élasticité et leur durée. Plus un ressort est plat, plus il est doux,

mais il est moins résistant qu'un ressort du même poids ayant une plus grande flèche. Les ressorts très-aplatis conviennent pour la suspension; les ressorts cintrés, pour le choc et la traction.

On ne saurait apporter trop de soin dans le choix de l'acier pour les ressorts, et il ne faut pas oublier que telle espèce d'acier d'excellente qualité, confiée à des ouvriers inhabiles, peut, dans leurs mains, subir de fâcheuses altérations.

A Paris, on emploie de préférence l'espèce d'acier français dite acier Jackson.

Prix des ressorts.

Elle se vend de 1 fr. 10 c. à 1 fr. 20 c. le kilogramme brut, ou 2 fr. 60 c. à 2 fr. 70 c. le kilogramme travaillé.

Au chemin de Strasbourg à Bâle, les ressorts fabriqués également en acier Jackson se payent 2 fr. 25 c. le kilogramme. Ils ne reviennnent, dans les ateliers de la Compagnie, qu'à 1 fr. 80 c.

On se sert aussi quelquefois d'acier anglais.

On essaye les ressorts en les redressant à froid au moyen d'une presse. Ils doivent, lorsqu'ils sont ensuite abandonnés à eux-mêmes, reprendre leur forme primitive à peu de chose près.

Confection des caisses de voitures.

S'il est essentiel pour toute espèce d'objets de choisir un fabricant qui, non-seulement s'engage à les fournir de première qualité, mais qui soit en état de remplir ses engagements, il l'est surtout pour la confection des caisses de voitures.

La parfaite siccité des bois étant une des premières conditions de bon établissement du matériel, c'est aux carrosseries pourvues de dépôts anciens et considérables que l'on doit exclusivement s'adresser pour sa construction. Nécessité d'employer des bois bien secs.

Pour les châssis on emploie le bois de chêne, ou mieux encore l'orme et le frêne; pour le bâti des caisses, les brancards, les pavillons, les montants, le frêne; pour les parcloses et les dossiers, on se sert de grisard, espèce de peuplier blanc de Hollande; pour l'impériale, du même bois ou de sapin. Nature des bois.

Quelquefois on emploie le hêtre pour les montants et battants de portières, mais c'est un bois qui exige des soins tout particuliers pour ne pas s'échauffer avant d'être sec. Le meilleur bois pour les châssis de fenêtre est le hêtre. L'acajou se fend trop facilement, lorsqu'il n'est pas très-épais.

Le bois sec se reconnaît surtout au poids et aussi un peu à la vue. Une sciure légère, fine et poudreuse, est un indice assez certain de siccité. On peut encore apprécier la siccité des bois par le simple toucher d'une poignée de copeaux. Caractères des bois secs.

Le chêne, le frêne, l'orme et le grisard doivent avoir de trois à quatre ans de coupe.

On ne se sert guère de noyer que pour les panneaux des voitures de particuliers. C'est un bois qu'il est très-difficile de se procurer suffisamment sec.

Il faut qu'il ait cinq ou six ans au moins de coupe.

Au chemin d'Aix-la-Chapelle, on a employé, pour la construction des voitures, des bois d'une année de coupe seulement, séchés à la vapeur; mais le bois ainsi préparé perd toujours de sa ténacité.

Les bois doivent être débités en plateaux le plus longtemps possible, avant d'être mis en œuvre.

Il convient aussi de laisser les voitures montées *en blanc* exposées à l'air pendant un certain temps, avant de poser la peinture. L'ingénieur doit d'ailleurs exiger qu'elles lui soient présentées d'abord dans cet état, afin qu'il puisse en reconnaître aisément les défauts.

Tôle employée pour les panneaux.

La tôle des panneaux n'a souvent qu'un demi-millimètre d'épaisseur. Au chemin de Strasbourg à Bâle, toutefois, on a trouvé que le dressage de la tôle mince valant plus que la matière, il y avait économie à employer des tôles de plus d'un millimètre.

La tôle préférée à Paris, pour les panneaux, est de l'espèce dite tôle anglaise dans le commerce.

Peinture des caisses.

On pose sur les voitures de seconde et troisième classe quatre couches de peinture, y compris les couches de blanc et une couche de vernis; sur les voitures de première on pose jusqu'à huit couches de peinture et deux couches de vernis.

Il est très-important de ne poser une nouvelle couche de peinture que lorsque celle qu'elle doit recouvrir est déjà parfaitement sèche.

Le temps nécessaire pour sécher chaque couche est très-variable.

Il dépend de la saison et de l'exposition des ateliers.

La peinture ne peut être bonne qu'autant que la céruse qui en forme la base est de première qualité.

Il faut aussi que la peinture proprement dite soit convenablement choisie. Ainsi, le vert-de-gris est préféré au vert de Scheele ; pour les teintes jaunes on emploie le jaune de chrome, soit orangé, soit jaune-clair ; pour les teintes bleues, le bleu de Prusse ; pour les teintes brunes, le rouge de Van-Dyck, mélangé, suivant les teintes, de noir d'ivoire, de terre d'ombre ou de terre de Cologne, avec jaune d'ocre ou terre de Sienne.

On peut exiger du fabricant qu'il garantisse que la peinture des voitures se conservera pendant huit mois au moins sans gerçures.

Il importe, pour que le fabricant ait le temps de débiter et de laisser sécher les bois et les couches de peinture, que les voitures soient commandées six mois d'avance au moins.

Il convient aussi que les voitures soient fabriquées, s'il est possible, plutôt en été qu'en hiver.

Les ferrures du châssis doivent être de bonne qualité, mais il n'est pas nécessaire que toutes les pièces soient en fer fabriqué au charbon de bois, au marteau, comme l'exige le cahier des charges Nature des fers.

pour les voitures du chemin de Montpellier à Nîmes. Il serait tout au plus nécessaire d'imposer cette condition au fabricant pour la partie des ferrures la plus exposée à la fatigue.

Les chaînes d'attelage doivent être en bon fer à câble.

Nature du crin et quantité. La quantité de crin pour chaque caisse d'une diligence doit être de quatre-vingt-dix kilogrammes au moins. C'est par erreur, sans doute, que dans le cahier de charges anglais dont nous avons donné la traduction dans les Documents, on n'a indiqué que soixante kilogrammes.

Le crin doit être de première qualité, coûtant environ 2 fr. 70 c. le kilogramme, à Paris.

Dans les voitures de seconde classe, on remplace quelquefois, en grande partie, le crin par des étoupes.

Draps. Sur plusieurs chemins des environs de Paris, le drap que l'on préfère pour garnir les diligences est le drap d'Elbeuf bien serré, coûtant de 12 à 14 francs le mètre.

En Angleterre, on emploie une grande quantité de drap noisette. Les draps de ce genre, fabriqués en France, déteignent assez rapidement en jaunissant.

Le drap brun ou marron a plus de durée.

Pour les voitures de deuxième classe, on fait usage de coutil.

Les carreaux des fenêtres doivent être en verre blanc dit demi-double. Verre.

L'ingénieur doit exiger du fabricant qu'il dépose dans les bureaux de la Compagnie des échantillons timbrés ou cachetés des différentes espèces de matières premières, telles que crin, drap, verre, etc., qu'il s'engage à fournir.

Toutes les parties de la voiture, telles, par exemple, que les châssis de fenêtre, doivent être parfaitement calibrées, afin que les mêmes pièces de rechange puissent servir pour toutes les voitures. Nécessité de bien calibrer toutes les pièces.

Le montage doit être parfait (Voir pages 303 et 311).

Les caisses de voitures doivent être garanties pour une année.

Les voitures de première classe, modèle du chemin de Rouen, reviennent à 8,800 francs; celles de deuxième classe, 7,500 francs (Voir les Documents).

CHAPITRE VIII.

DES GARES OU STATIONS.

Ce qu'on entend par les mots gare et station.

Quelle que soit l'importance d'un chemin de fer, il est nécessaire de construire aux deux extrémités, et sur tous les points intermédiaires où les convois doivent s'arrêter, des bâtiments plus ou moins vastes pour loger les bureaux de distribution des billets, pour servir d'abri aux voyageurs ; de poser dans le voisinage de ces bâtiments, en certains points au moins, outre les voies principales du chemin, des voies auxiliaires pour le remisage des waggons et des locomotives ; d'établir des ateliers de réparation, des magasins, des réservoirs, etc., etc.

C'est à l'emplacement plus ou moins vaste qui renferme ces bâtiments divers avec leurs dépendances, et ces voies auxiliaires que l'on a donné, sur les chemins de fer, le nom de *gares* ou *stations*.

Nous étendrons ce nom de gares également aux emplacements réservés pour les ateliers, souvent dans des terrains en dehors du chemin où les convois ne stationnent pas.

Gare d'évitement.

Enfin, il faut encore classer séparément les *gares d'évitement*, parties des chemins de fer à une voie

où l'on a posé une double voie, afin que les convois, en passant sur la voie auxiliaire, pussent se croiser ou se dépasser.

Ce nom de gares d'évitement est usité aussi pour les parties de gares des chemins à double voie, où les convois peuvent passer sur une voie latérale pour reprendre ensuite la voie principale.

Les gares jouent, dans l'ensemble d'un chemin de fer, un rôle très-important. Elles doivent être étudiées avec le plus grand soin, car de leur bonne disposition résultent de très-grandes économies dans l'exploitation d'un chemin de fer, et le choix seul de leur emplacement peut exercer une très-grande influence sur l'avenir de la ligne.

Nous nous proposons donc de donner, dans ce chapitre, une description détaillée des gares des principaux chemins de fer, et de nous livrer à un examen approfondi et critique de leur construction. Mais, avant d'aller plus avant, il nous paraît nécessaire de bien définir les termes que nous serons forcés d'employer, de bien classer les matières que nous allons traiter.

Une partie de notre texte sera empruntée à un mémoire publié, il y a quatre ans, *sur la Disposition et le service des gares*, dans la *Revue de l'architecture*, par M. Camille Polonceau, et par M. Victor Bois[1]. Une autre partie sera rédigée sur les notes

[1] Voir *Revue de l'architecture*, publiée sous la direction de M. Daly. Numéros de septembre et décembre 1840, et mars 1841.

recueillies par nous aux chemins de Versailles et de Bâle à Strasbourg, depuis l'impression de ce mémoire, ou tout récemment en Angleterre par M. Perdonnet.

On distingue sur les chemins de fer :

Différentes espèces de gares.

Les gares ou stations *extrêmes*, gares d'arrivée et de départ, qui sont placées aux extrémités du chemin ;

Les gares ou stations *intermédiaires*, placées entre les gares extrêmes.

Les gares intermédiaires se subdivisent en :

Gares intermédiaires de première classe,

Gares intermédiaires de deuxième classe,

Quelquefois même en gares de troisième classe.

Les gares de première classe sont placées près des grandes villes ou à proximité de localités très-peuplées. Tous les convois, ou presque tous les convois s'y arrêtent. Une partie seulement des convois stationnent dans les gares de seconde classe.

Considérant les gares sous un autre point de vue, on les divise en :

Gares appropriées au service des voyageurs seulement (gares des chemins de Versailles).

Gares appropriées au service des marchandises seulement (gare des Batignolles du chemin de Rouen).

Gares appropriées au service des voyageurs et des marchandises (plusieurs gares du chemin d'Orléans, gare de Derby, etc., etc.).

Les ateliers de réparation quelquefois ne sont que des dépendances des gares de voyageurs ou de marchandises (chemin de Derby à Leeds, chemin de Versailles, rive gauche).

Souvent aussi, avons-nous déjà dit plus haut, ils sont renfermés dans des gares spéciales (Newton, etc.).

On peut enfin distinguer :

Les gares traversées par un seul chemin de fer (gares de Slough sur le chemin de Bristol, de Coventry sur le chemin de Birmingham, et une infinité d'autres).

Les gares dans lesquelles aboutissent ou se croisent plusieurs chemins de fer (gare de Normanton, sur le chemin de Derby à Leeds; gare de Swindon, sur celui de Bristol).

Dans la description des gares, nous nous attacherons à faire ressortir d'abord certains points de similitude communs à toutes les gares ou au moins à toutes les gares d'un même pays; puis nous signalerons les différences qu'offre leur disposition, et nous tâcherons de les expliquer.

Nous traiterons d'abord des gares extrêmes.

§ 1. Des gares extrêmes, gares d'arrivée et de départ.

D'importantes questions générales se présentent tout d'abord, dès que l'on s'occupe de l'étude des gares extrêmes d'un chemin de fer.

A quelle distance du centre des villes doit-on établir des gares?

Doit-on s'imposer de grands sacrifices pour placer ces gares dans l'intérieur des grandes villes à proximité du centre, ou bien les établir à moins de frais dans les faubourgs ou même en dehors des villes?

Quelle étendue de terrain convient-il de leur consacrer?

Le point de départ de plusieurs chemins de fer peut-il, sans inconvénient, se trouver dans une gare unique, ou faut-il plutôt établir autant de gares de départ que de chemins de fer?

C'est renoncer, sans doute, à une partie des avantages qui s'attachent à la construction des chemins de fer que de ne pas les prolonger jusqu'au milieu même des grands centres de population. Mais dans quelle énorme dépense n'entraîne pas l'établissement d'une gare de départ dans les quartiers commerçants d'une capitale? Nous indiquerons plus loin quelle vaste étendue de terrain elle doit occuper si l'on ne veut rendre l'exploitation difficile, dangereuse et dispendieuse. Ce terrain seul, et les constructions que nécessite le trajet du chemin tout au travers de la cité, peuvent coûter des sommes énormes. Aussi voyons-nous les chemins de Londres à Bristol, et de Londres à Birmingham, pour l'établissement desquels les capitalistes ne se sont cependant pas montrés très-économes, s'arrêter pour ainsi dire aux portes de Londres. Les chemins d'Orléans, de Rouen et du Nord aboutissent également

à une assez grande distance du centre de Paris.

D'un autre côté, si l'éloignement des gares est sans importance réelle pour le public, lorsque la ligne est d'une grande longueur, on doit craindre que les voyageurs, obligés de se résigner pour parvenir aux nouvelles voies de fer, à de véritables voyages en omnibus, ne préfèrent, pour de courtes distances, les anciennes routes. Mais encore faut-il, même pour des lignes qui desservent les environs des grandes villes, craindre de payer trop cher un certain accroissement de mouvement. C'est en comparant ainsi les produits à l'intérêt du capital dépensé que la Compagnie de Saint-Germain s'est décidée très-sagement, à notre avis, à renoncer à la prolongation projetée de la voie jusqu'à la rue Tronchet, et celle du chemin de Versailles (rive gauche) à la construction de la ligne jusqu'à la place Saint-Sulpice.

On conçoit néanmoins que la Compagnie du chemin de Liverpool à Manchester ait pu arriver à une conclusion toute contraire, quand on considère que ce chemin pouvait, au moyen de souterrains, pousser assez économiquement, au-dessous de la ville de Liverpool, des branches, l'une vers le port pour le service des marchandises, l'autre vers l'une des parties les plus fréquentées pour les voyageurs.

Nous avons déjà traité, au commencement de cet ouvrage, la question de l'étendue à donner aux gares de chemins de fer. Nous nous proposons de

compléter les renseignements que nous avons précédemment publiés sur ce sujet, mais nous pensons qu'il convient de faire connaître auparavant quels sont les différents éléments qui composent une gare. Ce ne sera donc que plus loin que ces développements trouveront leur place.

Avantages et inconvénients de la concentration des gares de plusieurs chemins dans un même emplacement.

Quant à la question de savoir s'il convient de concentrer les gares de plusieurs chemins de fer sur un même point, ou de les diviser sur plusieurs points différents, il ne nous paraît pas possible d'y faire une réponse absolue, positive ou négative. Elle est du nombre de celles que l'on ne peut trancher qu'à l'examen des localités.

Nous dirons toutefois que, malgré les craintes exprimées il y a quelques années par le Parlement anglais sur la réunion de plusieurs gares en un même point, les exemples de gares uniques, desservant plusieurs lignes importantes, sont en Angleterre et sur le continent assez fréquents (gare de Londres, commune aux chemins de Londres, à Douvres, Londres à Brighton, Londres à Greenwich ; gare commune aux chemins de Saint-Germain, de Versailles et de Rouen à Paris; gare de Malines, commune à tous les chemins du nord de la Belgique, etc.) ; que plusieurs chemins ont non-seulement des gares communes, mais encore des troncs communs, sans que cette communauté de service ait jusqu'à présent donné lieu à de nombreux accidents ; qu'il importe seulement que l'étendue de la

gare commune à plusieurs chemins soit en rapport avec l'importance du mouvement sur ces chemins réunis, et permette d'établir l'ordre et la division nécessaires dans le service de chacune des lignes; que l'usage du télégraphe électrique, appelé à diminuer et même à rendre, pour ainsi dire, nulles les chances d'accident provenant de rencontres des convois sur les chemins de fer, répond d'ailleurs à toutes les craintes que l'on pouvait concevoir sur la fréquence des convois marchant sur le tronc commun.

La réunion des gares de plusieurs chemins en un point établissant une communication directe entre les différentes lignes, présente aussi l'immense avantage d'économiser le temps des voyageurs et de réduire considérablement les frais de transport et de manutention des marchandises.

D'un autre côté, pour envisager la question sous toutes ses faces, il ne faut pas oublier que la concentration des points d'arrivée de plusieurs chemins de fer dans un même quartier d'une grande ville a nécessairement pour conséquence l'encombrement de ce quartier; que, s'il est économique de n'établir qu'une seule gare ou tout au moins plusieurs gares dans un même emplacement pour un certain nombre de chemins de fer, il est juste aussi de répartir entre les différentes parties des cités populeuses les bienfaits du voisinage des chemins de fer; qu'à Londres, non-seulement on a établi des

sailles (rive gauche), gare de Paris et de Versailles.

Le chef de gare doit toujours être logé dans l'intérieur même de la gare, à proximité des trottoirs. Lorsque le bâtiment des salles d'attente est sur le côté, on peut placer son cabinet dans ce bâtiment même; mais, quand il est en tête, il faut alors lui affecter un local spécial hors de ce bâtiment, plus voisin du trottoir.

Le cabinet du commissaire de police est, sur quelques chemins, celui d'Orléans par exemple, placé dans un bâtiment spécial; sur d'autres lignes, au chemin de Versailles (rive gauche), dans le bâtiment des salles d'attente. Des bureaux du commissaire de police.

Lorsque la gare est en déblai ou au niveau du sol, comme celle du chemin d'Orléans à Paris et celles du chemin de Londres à Birmingham, à Londres et à Birmingham, les bureaux de distribution des billets et les salles d'attente sont au rez-de-chaussée. Si, au contraire, la gare est en remblai comme au chemin de Versailles (rive gauche), gare de Paris, ou au *Great western railway*, gare de Bristol, les bureaux sont ordinairement au rez-de-chaussée, et les salles d'attente au premier. Au chemin de Nîmes à Montpellier, cependant, les bureaux et les salles d'attente de la gare de Nîmes, bien que la gare soit en remblai, sont placés, ainsi que déjà nous l'avons dit, au rez-de-chaussée. Des bureaux de distribution de billets et des salles d'attente.

Les salles d'attente se subdivisent en :

Subdivision des salles d'attente.

Salles d'attente de première, deuxième et troisième classe ;

Salle ou chambre pour les dames, avec lieux d'aisances.

Quelquefois on place les voyageurs des stations dans une salle ou dans un compartiment distinct, afin de pouvoir les faire monter plus facilement dans des voitures spéciales (chemin de Versailles).

Au chemin de Londres à Birmingham, on a réservé des salles spéciales pour la reine et pour sa suite, et au chemin du Nord pour la famille royale.

Subdivision de bureaux de bagages.

Les bureaux de bagages, quand le mouvement de la ligne est suffisamment important, se partagent en :

Bureau des bagages partant ;

Bureau des bagages arrivant ;

Bureau des bagages perdus, avec subdivision pour les bagages non réclamés ;

Bureau des bagages laissés en dépôt ;

Bureau des bagages adressés bureau restant ;

Subdivision des bureaux de l'administration centrale.

Les bureaux de l'administration renferment deux départements bien distincts :

Le département de la comptabilité ;

Le département des constructions.

Le département de la comptabilité doit contenir :

Un bureau pour le directeur, composé d'un salon et d'un cabinet particulier, avec antichambre ;

Une caisse ;

Des bureaux pour les teneurs de livres et autres commis, en nombre plus ou moins considérable, suivant l'importance de la ligne ;

Des bureaux pour le contrôle ;

Une salle pour les réunions du Conseil d'administration ;

Un local pour les archives de la comptabilité.

Le département des constructions se compose :

D'un bureau pour l'ingénieur en chef, avec antichambre ;

Des bureaux pour les dessinateurs ;

D'un local pour les archives de l'ingénieur.

Il ne faut pas négliger d'établir des lieux d'aisances spéciaux pour les bureaux de l'administration.

Position relative des bureaux pour la distribution des billets et des salles d'attente.

Les bureaux de distribution des billets, lorsque le chemin est en déblai ou au niveau du sol, sont ordinairement placés au centre ; les salles d'attente sur le côté à droite et à gauche des bureaux (chemin d'Orléans à Paris et à Orléans ; chemin de Londres à Birmingham, gares de Londres et de Birmingham ; chemin de Londres à Derby, gare de Derby ; chemin de Manchester à Birmingham, gare de Manchester).

Aux chemins de Versailles (rive gauche), gare de Versailles, et au chemin de Londres à Douvres, gare de Bricklayers, les bureaux ont été, au contraire, placés à l'extrémité du bâtiment et les salles d'attente à la suite.

Nous avons déjà signalé les avantages et les inconvénients de cette disposition.

Les salles spéciales pour les dames se trouvent à côté des salles d'attente pour hommes et pour dames.

Les urinoirs et lieux d'aisances aux extrémités ou sur le côté.

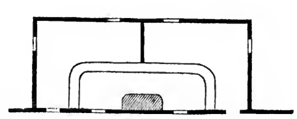
On ne devrait, dans aucun cas, négliger d'établir, devant l'entrée des bureaux, un péristyle, sous lequel les voyageurs puissent descendre à couvert.

Si, la gare étant en remblai ou sur arcades, les salles d'attente ne sont pas au même étage que le bureau de distribution des billets, on les place indifféremment toutes d'un même côté du bâtiment, comme au chemin de Versailles (rive droite, gare de Paris), ou bien en partie d'un côté et en partie de l'autre, comme au chemin de Versailles (rive gauche, gare de Paris).

Disposition intérieure des bureaux pour la distribution des billets.

Sur la plupart des chemins anglais, les employés qui distribuent les billets ne sont séparés du public

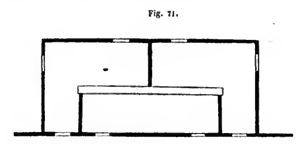
Fig. 70.



que par une table arrondie, dont les extrémités

s'appuient contre le mur postérieur du bureau, comme le représente la fig. 70, ou par une table droite, qui s'étend sur une portion plus ou moins grande de la longueur de la pièce, fig. 71.

Fig. 71.



Sur les chemins français, ils sont renfermés dans une espèce de cage vitrée ou grillée, adossée ordinairement au mur postérieur.

Au chemin de Londres à Birmingham, la table arrondie est surmontée d'une cloison en planches percée de lucarnes, par lesquelles se fait la distribution des billets, et le chef de bureau est placé au milieu de l'hémicycle, sur une estrade surmontée d'une cloison vitrée.

Le bureau des bagages plus près du bureau des billets.

Le bureau des bagages doit être voisin du bureau de distribution des billets pour les personnes, et placé de telle manière, que le voyageur puisse, après avoir pris son billet, faire immédiatement inscrire ses bagages. Au chemin de Bâle à Strasbourg, l'éloignement du bureau des bagages de celui des billets, dans les anciennes stations, nuit beaucoup au service.

Subdivision des voyageurs en différentes classes dans les bureaux.

En Angleterre, non-seulement les voyageurs des différentes classes prennent leurs billets à des bureaux distincts, mais encore ils entrent par des portes différentes dans le vestibule des bureaux; et si les salles d'attente se trouvent à un étage supérieur, ils y montent par des escaliers différents; ils ne se rencontrent plus alors qu'après leur sortie des stations à l'arrivée.

En France, où les habitudes sont moins aristocratiques, les billets pour les places de première, seconde et troisième classes se distribuent souvent dans un seul et même bureau; et lorsque les salles ne sont pas de plain-pied avec le bureau, le même escalier sert pour toutes les classes. Ce n'est que dans les salles d'attente que la division s'opère.

Subdivision des salles d'attente.

En Angleterre, les salles d'attente de première classe sont toujours séparées de celles de seconde et troisième classe par des murs ou cloisons. Les voyageurs de seconde et troisième classe sont quelquefois confondus les uns avec les autres dans une même salle, quelquefois séparés.

En France, sur quelques chemins (chemins de Versailles), tous les voyageurs réunis dans une salle unique, très-vaste, ne sont divisés en classes différentes que par des barrières.

En Angleterre, les salles d'attente sont très-petites et souvent pourraient à peine contenir les voyageurs d'un convoi. En revanche, les trottoirs de la station sont fort larges et toujours couverts. Lors-

que les voyageurs ne sont pas en très-grand nombre, il leur est loisible de s'y promener et d'examiner le chemin, jusqu'au moment du départ, ou d'entrer dans les voitures dont les portières sont ouvertes. Lorsque, au contraire, il y a foule, on les invite à monter dans les voitures dix minutes auparavant.

Souvent on limite l'espace dans lequel les voyageurs peuvent se promener sur le trottoir, par des barrières, et on les empêche ainsi de gêner par leur personne les employés dans leurs fonctions.

En France, on les enferme dans des salles d'attente dont les dimensions sont calculées de manière qu'elles puissent contenir les voyageurs de deux des convois les plus chargés que l'on conduise, et ils sortent tous à la fois de ces salles au moment du départ.

Avantages et inconvénients respectifs de ces deux modes.

De ces deux modes adoptés pour l'embarquement des voyageurs, le mode anglais nous paraît incontestablement préférable.

Ces magnifiques trottoirs sur lesquels se promène paisiblement la foule des voyageurs, ces portes toujours ouvertes au public, ces voies nombreuses avec leurs locomotives qui passent à chaque instant rapides comme l'éclair, ou qui s'arrêtent comme par enchantement lorsqu'elles semblent entraînées par une force indomptable : c'est là vraiment un grand et beau spectacle qui donne une juste idée de la puissance et du libéralisme des Compagnies qui ont doté leur pays de ces merveil-

leux instruments de travail. Les voyageurs qui pénètrent librement dans la gare, à toute heure, se familiarisent avec les machines en les étudiant. Ils cessent, en les admirant, de les craindre, et c'est ainsi que les chemins de fer deviennent populaires.

En emprisonnant, au contraire, les voyageurs pour attendre les convois, dans des salles où on ne laisse ordinairement pénétrer le jour que par les combles, les Compagnies semblent douter de leur force, et n'avoir confiance que dans les murs les plus élevés pour faire respecter leur propriété. Elles semblent vouloir cacher à tous les regards ce moteur, qui n'est réellement redoutable que pour ceux qui ne le connaissent pas.

Nous conseillons donc d'adopter le mode anglais sur nos chemins de fer, au moins les jours ordinaires, se réservant de ne parquer le public dans les salles d'attente que les jours de fête, où cette mesure peut devenir nécessaire, à cause de l'affluence excessive qui a lieu à certaines heures seulement. Et encore devons-nous ajouter que nous avons vu, certains jours de grandes eaux, la foule, qui, contenue dans les salles d'attente, était très-turbulente, devenir parfaitement tranquille dès qu'on lui ouvrait les portes, et attendre sans impatience des convois en retard. Le même fait s'est reproduit lors du tir fédéral à Bâle.

Dimensions à donner aux vestibules.

Les vestibules qui précèdent les bureaux de distribution des billets doivent, si le public ne peut

s'abriter sous des galeries au dehors, être assez vastes pour contenir le plus grand nombre de voyageurs qui puisse, dans un moment donné, se présenter pour obtenir des places.

Les dimensions du vestibule du chemin de Versailles (rive droite), à Versailles (voyez pl. K_3), sont calculées pour le nombre de voyageurs le plus considérable qui se soit jamais présenté pour partir à la fois sur un chemin de fer.

Celles du vestibule de la gare de la rue Saint-Lazare (380 mètres carrés) seraient très-convenables pour le service des trois chemins qui aboutissent à cette gare, chemins de Saint-Germain, Versailles (rive droite), et Rouen, alors même que ce vestibule ne serait pas précédé d'un péristyle.

Lorsque la queue peut se former sous un péristyle au dehors, on doit retrancher de la surface du vestibule calculée suivant la règle que nous venons de donner, celle du péristyle.

Les dimensions des salles d'attente doivent être en rapport avec le nombre des voyageurs des différentes classes partant par chaque convoi. Lorsque le service se fait comme en France, chacune des salles doit pouvoir loger à l'aise deux fois au moins ce nombre calculé pour l'espèce de voyageurs à laquelle elle est destinée. Dimensions des salles d'attente.

Le rapport entre les nombres de voyageurs des diverses classes sur les différents chemins de fer varie entre des limites très-écartées.

Nous indiquons plus loin, dans un tableau, ce rapport pour un certain nombre de lignes.

Les données que renferme ce tableau peuvent guider dans le calcul des dimensions relatives des salles d'attente pour les voyageurs des différentes classes. Il faudrait bien se garder toutefois d'établir entre les surfaces de ces salles exactement le même rapport qu'entre les moyennes des voyageurs présumés devoir occuper les voitures de chacune des trois classes. Ce rapport n'est pas toujours le même. Il varie pour les différentes stations ; et non-seulement le nombre absolu, mais encore le rapport de ce nombre au nombre total est beaucoup plus grand certains jours de l'année que les autres jours. C'est le nombre maximum qui doit servir à déterminer les dimensions des salles.

Ainsi, supposons un chemin sur lequel le nombre moyen de voyageurs de troisième classe partant chaque année d'une des gares extrêmes soit de 60 pour 100 du nombre total des voyageurs, et dont les convois les plus chargés les jours de fête soient de 300 personnes. Si l'on admettait pour rapport entre le nombre des voyageurs de troisième classe et le nombre total des voyageurs, dans ces convois de 300 voyageurs, ce rapport moyen de 60 pour 100, il s'ensuivrait que les convois les plus chargés ne porteraient jamais au delà de 180 voyageurs de troisième classe, et que, par conséquent, il suffirait que la salle d'attente en pût renfermer 360. Il ar-

rive cependant que les jours de certaines fêtes populaires la proportion des voyageurs de troisième classe augmente. Il faut donc prévoir cette augmentation.

Le nombre total des voyageurs de différentes classes se trouvant en même temps dans les salles d'attente certains jours, à certaines heures, est énorme sur nos chemins des environs de Paris.

Ainsi, on a vu, à Versailles, quelques moments après que les grandes eaux avaient cessé de jouer, l'immense salle d'attente du chemin de la rive droite, qui peut contenir plus de 2,500 personnes, entièrement remplie, et la foule se pressant encore dans le vestibule.

Il partait alors, de demi-heure en demi-heure, des convois qui, composés de 25 à 30 waggons, portaient jusqu'à 1,200 voyageurs à la fois.

L'espace réservé pour les voyageurs dans les salles d'attente doit être proportionnellement plus grand pour ceux de première classe que pour ceux de seconde et de troisième. C'est là encore une circonstance dont il faut tenir compte, lorsqu'on calcule les dimensions des compartiments consacrés aux différentes classes.

Aérage, fenêtres et portes des salles d'attente.

Il est très-important que les salles d'attente soient bien aérées, car c'est en été surtout qu'elles se remplissent.

Aux chemins de Saint-Germain et de Versailles (rive droite), on a cru devoir placer les fenêtres à une grande hauteur pour que le public, impatienté

d'attendre l'heure du départ, ne les brisât pas.

Les salles d'attente, ainsi éclairées, deviennent fort tristes. Nous pensons qu'il vaut mieux leur donner plus de jour, au risque de voir quelquefois les vitres brisées par la foule.

On peut d'ailleurs ne placer les fenêtres que du côté opposé à celui du chemin. C'est ce qu'on a fait dans la gare de Versailles du chemin de Versailles (rive gauche); ces fenêtres et quelques portes entre les fenêtres s'ouvrent sur un jardin qui, en cas de beau temps, devient une succursale des salles d'attente.

Enfin, il est essentiel, pour ne pas gêner la circulation, de n'établir, du côté du chemin, que des portes roulantes rentrant dans l'épaisseur des murs.

Lieux d'aisances et urinoirs.

On a trop négligé sur nos chemins de fer l'établissement des lieux d'aisances et des urinoirs. Les chemins de fer anglais sont, sous ce rapport, d'excellents modèles.

Disposition et dimensions des escaliers.

Quand la gare est en remblai ou sur arcades, les escaliers qui conduisent aux salles d'attente peuvent n'être pas très-larges, puisque les voyageurs montent successivement et en petit nombre, après avoir pris leurs billets, mais il n'en est pas de même des escaliers de sortie. Ils doivent être très-larges, et ne pas être trop roides. Nous conseillons aussi de placer une main courante dans le milieu, comme on l'a fait au chemin de Paris à Versailles, rive gauche (gare de Paris).

Nous ne voyons aucun inconvénient à placer les bureaux de l'administration dans un bâtiment séparé du bâtiment des salles d'attente, comme au chemin d'Orléans. Il importe seulement que les deux bâtiments ne soient pas à une trop grande distance l'un de l'autre.

Si les bureaux de l'administration font partie du bâtiment des salles d'attente, ils se trouvent assez ordinairement à un étage supérieur ou inférieur à celui des salles d'attente, suivant que le chemin est de niveau en déblai ou en remblai.

Le service de l'administration doit être entièrement distinct de celui de la voie. Il importe donc que l'on parvienne dans le local qui lui est affecté par des escaliers spéciaux, et non par ceux des salles d'attente.

Un petit escalier est nécessaire aussi pour communiquer directement des bureaux de l'administration au bureau des billets.

Disposition intérieure des bureaux de l'administration centrale.

Les différents bureaux, ainsi que la caisse, doivent, autant que possible, avoir issue sur un corridor.

Le cabinet du directeur doit avoir son entrée particulière, ainsi que celui de l'ingénieur.

Bien que l'ingénieur doive être sous les ordres du directeur, s'il n'est directeur lui-même, il convient que ses bureaux soient parfaitement séparés de ceux du directeur, aussi bien que ses attributions.

Il ne faut pas que le directeur ait le moindre pré-

texte pour se mêler de la question d'art autrement qu'en contrôlant les résultats généraux de l'exploitation.

Les plans ou dessins ne pouvant être convenablement exécutés dans des salles mal éclairées, il importe beaucoup que les bureaux de l'ingénieur reçoivent le plus de lumière possible.

Nous regardons aussi comme essentiel que les salles pour archives soient très-vastes, afin que l'on puisse classer avec un ordre parfait les nombreux documents de toute espèce dont les chefs de l'exploitation d'un chemin de fer doivent faire soigneusement collection.

Le désordre dans les archives a eu souvent pour conséquence le désordre dans l'exploitation, et par suite des pertes considérables pour une Compagnie.

Le Conseil d'administration des Compagnies, composé de négociants, ou au moins d'hommes étrangers aux travaux, n'attache pas toujours assez d'importance à la conservation des plans des ouvrages d'art. Nous pourrions citer des exemples à l'appui de notre opinion. Il convient cependant de les conserver tout aussi soigneusement que les pièces comptables, afin de pouvoir les consulter quand arrive le moment des réparations.

Le salon du directeur sert souvent de salle de réunion pour le Conseil d'administration, mais il ne peut être assez vaste pour y réunir l'assemblée générale d'une Société anonyme. Ces assemblées ont

lieu ordinairement dans un local particulier, au centre de la ville.

Il n'est pas de règle à établir, on le conçoit, pour calculer les dimensions des bureaux de l'administration, comme pour déterminer celles des salles d'attente.

Plus loin, nous rassemblerons dans un tableau, outre les dimensions principales des grands édifices compris dans les gares d'arrivée ou de départ des principaux chemins de fer, celles des salles d'attente et des bureaux de l'administration de ces chemins.

Mode de construction, disposition et dimensions des trottoirs.

Les trottoirs sont en bitume, en dalles, ou planchéiés.

Nous avons déjà insisté sur les avantages que l'on trouve à leur donner une grande largeur.

Leur hauteur au-dessus du niveau des rails dépend de la hauteur des voitures. Elle doit être calculée de manière à ce que le niveau des trottoirs ne se trouve pas exactement dans le même plan que celui du plancher de la voiture, mais un peu au-dessous, afin que les voyageurs ne soient pas obligés de se baisser outre mesure pour entrer dans le waggon. Elle varie ordinairement de $0^m,70$ à $0^m,90$, suivant la hauteur des voitures.

Quant à leur longueur, elle doit être égale au moins à celle des plus longs convois ordinaires, et il importe de ne placer au delà de leur extrémité, et sur un certain espace, aucun appareil, aucun ob-

stacle, quel qu'il soit, qui puisse empêcher les voyageurs de monter dans les voitures ou d'en descendre lorsque, les jours d'affluence extraordinaire, on est obligé de composer les convois d'un nombre de waggons tel qu'ils deviennent plus longs que les trottoirs.

Disposition des combles juxtaposés.

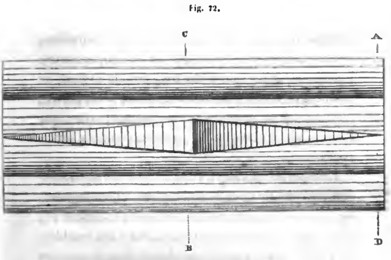
Nous avons dit que l'on couvrait ordinairement les trottoirs et les voies qui les accompagnaient. Lorsque les gares sont d'une très-grande largeur, ne pouvant construire des combles d'une seule portée, on les divise en deux ou même en trois parties, que l'on couvre au moyen de combles distincts juxtaposés.

Lorsque les combles forment entre eux des noues, comme ceux du chemin de Londres à Birmingham, on donne ordinairement écoulement aux eaux par des colonnes en fonte qui supportent les combles, ou par des tuyaux qui descendent le long de poteaux en bois et des murs de bâtiments des salles d'attente. Cette disposition a de très-grands inconvénients.

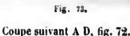
Pendant l'hiver, l'eau provenant de la fonte des neiges ou des premières pluies, rencontrant les tuyaux encore froids, parce qu'ils sont à l'ombre, s'y congèle, les obstrue complétement, et comme la pente des canaux la rejette vers le centre, elle s'y accumule et cause, en débordant, des dommages aux charpentes et aux bâtiments des salles d'attente. Il faut donc éviter, en pareil cas, d'établir des des-

centes d'eau intérieures, et rejeter les eaux vers les extrémités des noues, en construisant dans leur fond un petit comble très-aplati, perpendiculaire aux grands combles, fig. 72, 73 et 74. Ce moyen a par-

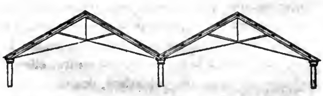
Fig. 72.



faitement réussi sur le chemin de Bâle à Strasbourg,


Fig. 73.

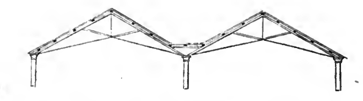
Coupe suivant A D, fig. 72.



où les bâtiments avaient été complétement dégradés par les eaux.

Fig. 74.

Coupe suivant B C, fig. 72.



Le sentier entre les rails et les sentiers le long des trottoirs ou entre les voies doivent être pavés en briques, bitumés ou salpêtrés, et toujours entretenus dans un grand état de propreté.

Inconvenients des fossés dans la pente des trottoirs.

Au chemin de Bristol, on a creusé des fosses entre les rails, afin que les ouvriers pussent aisément visiter les voitures en-dessous. Or, ces fosses sont nécessaires dans les remises de locomotives, et près des grues hydrauliques, où les machines stationnent, mais dans les gares couvertes entre les trottoirs elles gênent la circulation, elles nuisent à la solidité des voies, et peuvent occasionner des accidents. Nous ne saurions donc en conseiller l'usage.

Composition et disposition des remises de voitures.

Les remises sont de deux espèces : celles pour les voitures ét celles pour les locomotives.

Les premières consistent assez souvent dans de simples hangars, qui souvent contiennent des ateliers pour l'entretien de la menuiserie, de la sellerie et de la peinture.

Les parties de ces remises consacrées aux voi-

tures à repeindre doivent être bien aérées et suffisamment éclairées.

Les remises de waggons sont quelquefois à deux étages, comme la grande remise du chemin de Londres à Birmingham (gare de Londres). C'est alors au second étage que se trouve l'atelier des peintres.

Les voitures sont élevées à l'étage supérieur au moyen de machines.

Les waggons, dans les remises, passent d'une voie sur une voie parallèle, tantôt au moyen de plaques tournantes, tantôt au moyen de chariots de service.

L'usage des chariots de service est beaucoup plus économique que celui des plaques tournantes. Aussi nous paraît-il préférable, pourvu toutefois que le chariot qu'on emploie soit construit comme celui représenté pl. 62, fig. 13 et 14, dans lequel la plate-forme qui porte les rails est suspendue aux essieux, ou comme le chariot hydraulique du chemin de Bristol, afin d'éviter les fossés profonds au milieu des voies.

Les remises de locomotive servant souvent d'ateliers pour les petites réparations, doivent être construites avec plus de soin que les remises de waggons.

Dispositions diverses des remises de locomotives.

On a adopté pour ces remises différentes dispositions que nous allons passer en revue.

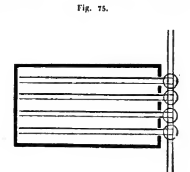
Au Grand-Junction Railway.

Au Grand Junction Railway, les machines sont



remisées dans un grand bâtiment longitudinal (*Engine-House*) contenant quatre voies perpendiculaires à la voie principale, et pouvant contenir chacune trois locomotives avec leurs tenders (fig. 75).

Fig. 75.



La surface occupée par la remise, dans ce cas, est aussi faible que possible, et le développement des murs peu considérable, mais il est de graves inconvénients attachés à cette disposition.

En effet, quand on remise une machine, on ne peut la placer sur l'une des quatre voies que près de la porte d'entrée, à moins de déranger celles qui s'y trouvent déjà.

Quand, au contraire, on veut faire sortir une machine remisée, il faut, si cette machine n'est pas justement voisine de la porte d'entrée, déranger toutes celles qui la précèdent.

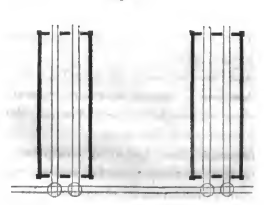
Quelquefois donc, lorsqu'on sera pressé, on ne pourra, faute de temps pour les manœuvres, choisir parmi les machines en réparation celle qui sera

dans le meilleur état, et la machine la plus voisine de la porte d'entrée remisée la dernière sera précisément celle que l'on sera forcé de prendre, tandis qu'il conviendrait de faire usage, de préférence, des machines qui, se trouvant au fond de l'atelier, y ont séjourné le plus longtemps.

On pourrait, à la vérité, en multipliant les plaques tournantes, et ouvrant des portes aux deux extrémités du bâtiment, remédier, jusqu'à un certain point, aux inconvénients que nous venons de signaler dans la disposition de la remise de locomotives du Grand-Junction Railway; mais il ne faut pas oublier que l'établissement de chaque plaque tournante coûte de 3 à 4,000 francs au moins, et que c'est rendre la remise très-coûteuse que d'en augmenter le nombre, déjà considérable.

A Malines, les machines sont remisées sous deux bâtiments séparés (fig. 76). A Malines.

Fig. 76.



Cette disposition ne diffère de la précédente qu'en ce que les quatre voies forment deux systèmes distincts de deux voies; chaque groupe de deux voies est couvert par un comble séparé.

Elle a, sur la précédente, l'avantage de donner du jour latéralement sur chacune des lignes de machines, ce qui facilite les réparations, et celui d'isoler une partie, au moins, des machines, en cas d'incendie.

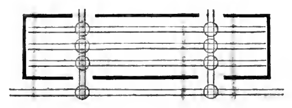
D'un autre côté, la surface occupée et le développement des murs se trouvant augmentés, la dépense de construction en est devenue plus considérable.

A Cambden-Town.

A *Cambden-Town* (chemin de Londres à Birmingham) les remises des locomotives sont de deux espèces.

La fig. 77 représente une première disposition.

Fig. 77.



C'est un bâtiment qui a pour longueur celle de quatre machines avec tender, contenant trois voies intérieures et une extérieure pour le service. On

loge deux machines avec leurs tenders entre les deux portes d'une même face sur une même voie, soit six machines sur les trois voies, et une seule machine avec son tender sur chaque voie dans le fond des remises au delà des portes, soit trois machines de chaque côté.

Deux rangées de plaques établies devant les portes servent à la manœuvre des machines.

Il est facile de voir que cette remise ne présente aucun des inconvénients des précédentes ; mais elle exige l'établissement d'un grand nombre de plaques très-coûteuses.

La fig. 78 représente la seconde espèce de remise pour locomotive de Cambden-Town.

Fig. 78.

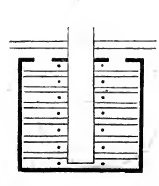
Les plaques tournantes sont établies dans un espace ouvert entre deux hangars.

Dans ce cas comme dans le précédent, la ma-

nœuvre est facile ; mais la dépense pour l'établissement des plaques tournantes est plus grande encore, et les hangars étant entièrement ouverts du côté des plaques, les ouvriers travaillant aux réparations souffrent des intempéries de l'air ; l'eau des tenders et des chaudières peut aussi se congeler et briser les enveloppes en tôle.

On diminue considérablement la dépense de construction des remises de locomotives en substituant des chariots de service aux plates-formes tournantes, comme on l'a fait dans les ateliers de grandes réparations des chemins de Saint-Germain et Versailles (rive droite), dont le plan est représenté fig. 79.

Fig. 79.



A cette occasion, nous répéterons l'observation que déjà nous avons faite au sujet des remises de voitures, savoir, qu'il est très-important de ne pas se servir alors de chariots qui forcent à creuser un fossé profond au travers des voies, ainsi que cela

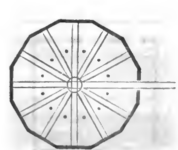
s'est fait, il y a quelques années, aux chemins de Saint-Germain, d'Orléans et de Strasbourg.

En se conformant à cette règle, on évite l'un des principaux défauts des anciennes remises de locomotives avec chariots, mais l'usage des chariots présente toujours l'inconvénient d'exiger un plus grand nombre d'hommes pour la manœuvre que celui des plaques tournantes, et de ne pas permettre de retourner les machines bout pour bout.

Si maintenant nous comparons le système de remise polygonale, fig. 80, aux systèmes précédents, nous reconnaîtrons qu'il jouit de tous leurs avantages sans en avoir les inconvénients.

Remises polygonales. Avantages et inconvénients des remises polygonales et rectangulaires.

Fig. 80.



La plaque tournante placée au centre de la remise permet de faire sortir telle machine que l'on veut parmi celles placées sur les voies qui rayonnent de cette plaque, et dont chacune ne porte qu'une seule machine avec son tender.

Des bancs d'ajusteurs établis le long des murs entre les extrémités des voies sont parfaitement éclairés par le côté, et le reste de l'espace trapézoïdal que limitent les deux voies, sert à loger les ouvriers travaillant aux réparations et les pièces nécessaires pour ces réparations. Les machines doivent être ordinairement placées près des murs, les tenders près de la plaque.

Dans les remises rectangulaires on ne peut faire travailler les ajusteurs près des machines qu'en les éclairant par les combles.

La disposition polygonale est surtout avantageuse en ce qu'elle est très-économique.

Une seule plaque servant à toutes les manœuvres, on peut, sans augmenter l'espace occupé par la remise, lui donner un diamètre tel qu'elle puisse porter la machine et son tender en même temps, comme on l'a fait dans la remise de Derby.

Quand, au contraire, on emploie plusieurs plaques, comme dans les remises rectangulaires, il serait impossible de leur donner de grandes dimensions sans se jeter dans des dépenses excessives.

Si l'on admet que la substitution des grandes plaques aux petites, ou des plaques ordinaires aux chariots, économise le travail d'un seul ouvrier, on trouve que l'économie annuelle, en prenant le prix de 2 fr. 50 c. pour celui de la journée d'un ouvrier, est de 812 fr. 50 c., ce qui, à 5 pour 100,

représente l'intérêt d'un capital de 16,250 francs.

La surface occupée par une remise polygonale est moindre, ainsi que celle qu'exigent la plupart des remises rectangulaires que nous avons décrites.

Cela tient 1° à ce que la plaque tournante unique employée pour les manœuvres n'occupe, au centre de la remise, qu'un espace très-peu considérable; 2° à ce que les manœuvres que l'on est obligé de faire faire à la machine pour régler sa distribution dans le cas où l'on remplace un piston ou un tiroir, peuvent avoir lieu dans l'espace qui reste vide au centre, dans la partie où les rayons sont trop rapprochés pour permettre de loger deux machines occupant une certaine largeur.

Nous avons comparé les surfaces occupées par les différentes espèces de remises en les supposant toutes construites pour douze machines, comme la remise polygonale du chemin de Versailles (rive gauche), l'écartement entre les voies étant le même (1^m,50), ainsi que celui pour les entre-voies et pour les ajusteurs (3 mètres), les murs ayant tous la même épaisseur (0^m,50), et les machines toutes les mêmes dimensions (11^m,50 de longueur, avec le tender). Nous sommes arrivés au résultat suivant :

D'après le système employé aux chemins de	Nombre des voies.	Espace occupé en largeur par les voies.	Espace occupé en largeur par les entre-voies.	Largeur perpendiculaire à l'axe des voies, épaisseur des murs comprise.	Nombre de machines sur chaque voie.	Longueur, y compris l'épaisseur des murs et les espaces vides.	Surface occupée par la remise proprement dite.	Développement des murs.	Appareils pour la distribution des machines.
		m.	m.	m.		m.	m. q.	m.	
Grand-Junction ...	4	6	15	22	3	42.50	935	123	4 pl. tourn.
Versailles (R. G.)..	12	Diamètre		36^{m}50	1	»	1045	111.40	1 —
Malines...........	4	6	18	26	3	41.50	1079	214	4 —
St-Germ. et Vers..	6	9	21	31	2	35.00	1085	130	1 chariot.
Cambden-Town :									
1re disposition...	5	4.50	12	17.50	4	66	1155	107	8 pl. tourn.
2e — ...	6	9	61	31	2	44	1364	170	12 —

Nous voyons, à l'inspection de ce tableau, que le système polygonal occupe le second rang pour la surface occupée, et qu'il est celui de tous qui exige le moins de développement de murs.

Le diamètre moyen que nous avons adopté est de 36^{m},50 répartis de la manière suivante :

Au milieu, espace occupé par la plaque tournante et destiné aux manœuvres.	9^{m},50
Deux machines sur le diamètre.	23
Espace vide près des murs.	3
Epaisseur des murs.	1

Si l'on avait à faire un atelier de remisage et de réparations pour seize machines au lieu de douze, et que l'on ne couvrît pas le milieu occupé par la plaque tournante sur un espace ayant 9 mètres de diamètre, comme on l'a fait d'abord pour les remises de locomotives polygonales des chemins de Birming-

ham et d'Orléans, les avantages de la remise polygonale, au point de vue de l'économie de surface et du peu de développement des murs, ressortiraient encore bien mieux. En effet, en augmentant le diamètre de 4m,50, nous avons trouvé que la remise polygonale pourrait donner place facilement à seize machines, au lieu de douze.

Le diamètre devient alors 41 mètres, et la surface 1,320 mètres. Retranchant de cette somme la surface de 9 mètres de diamètre, qui est égale à 64 mètres carrés, il reste une surface de 1256 mètres carrés, et un développement de 129 mètres courants, tandis que les autres systèmes présentent des différences indiquées dans le tableau comparatif suivant :

D'après le système employé aux chemins de	Nombre des voies.	Espace occupé en largeur par les voies.	Espace occupé en largeur par les entre-voies.	Largeur perpendiculaire à l'axe des voies, épaisseur des murs comprise.	Nombre de machines sur chaque voie.	Longueur, y compris l'épaisseur des murs et les espaces vides.	Surface occupée par la remise proprement dite.	Développement des murs.	Appareils pour la distribution des machines.
		m.	m.	m.		m.	q. m.	m.	
Grand-Junction...	4	6	14	22	4	55	1210	152	4 pl. tourn.
Versailles (R. G.)..	12	Diamètre 41 m.			1	9	1256	129	1 —
Malines..........	4	6	18	26	4	54	1404	268	4 —
St-Germain et Vers.	8	12	27	40	2	32	1400	150	1 chariot.
Cambden-Town :									
1re disposition...	4	6	15	22	4	66	1452	176	10 pl. tourn.
2e — ...	8	12	27	40	2	44	1760	168	12 —

Ces calculs nous conduisent donc à donner la préférence au système polygonal.

Aussi l'a-t-on adopté sur un très-grand nombre de chemins de fer récemment construits.

Remises polygonales couvertes et découvertes.

La première remise polygonale a été construite au chemin de Londres à Birmingham, il y a sept ou huit ans. Cette remise était découverte dans le milieu (Voir pl. K_8 et K_9). On l'a plus tard entièrement couverte.

La remise polygonale de la gare d'Orléans à Paris (Voir pl. K_{19} et K_{20}) a été construite sur un modèle semblable, et on a également fini par la couvrir complétement.

La première remise polygonale entièrement couverte a été, si nous ne nous trompons, établie au chemin de Versailles (rive gauche).

Depuis lors on a achevé de couvrir les remises polygonales des chemins de Birmingham et d'Orléans, et les remises polygonales de tous les nouveaux chemins.

On trouve des remises polygonales aujourd'hui aux chemins de Versailles (rive gauche), Montpellier à Nîmes, Orléans, Londres à Birmingham, Londres à Bristol, Londres à Croydon, Derby, Manchester à Birmingham (ateliers de Longsight), Manchester à Leeds, Aix-la-Chapelle à Cologne, Vienne à Brünn, etc.; toutes sont entièrement couvertes.

On a renoncé aux remises découvertes à cause de la difficulté que l'on éprouvait à y faire travailler les ouvriers en hiver, et des dommages qu'y éprouvaient les machines.

Les charpentes de ces remises polygonales sont en bois ou en fer. Remises couvertes en fer et en bois.

Les charpentes en fer n'ont été, à notre connaissance, employées que pour les remises polygonales des chemins de Londres à Birmingham et d'Orléans.

Celles de toutes les autres remises polygonales, dont nous venons de donner l'énumération, sont en bois.

La couverture en fer posée tout récemment sur la partie centrale de la remise polygonale de la gare du chemin d'Orléans, au-dessus de la plaque tournante, mérite d'être décrite.

Les combles ordinaires tels, par exemple, que celui qui recouvre la plaque tournante de la remise polygonale du chemin de Versailles (rive gauche) s'appuyant sur des fermes en bois, se composent de panneaux trapézoïdaux en feuilles de zinc planes dont les petits côtés supportent la lanterne, et dont les côtés latéraux forment des arêtes saillantes entre deux panneaux. Leur surface est donc celle d'un tronc de pyramide.

Dans le comble de la rotonde du chemin d'Orléans, les panneaux trapézoïdaux en feuilles de zinc planes, appuyées sur des fermes en charpente, sont remplacés par des panneaux en tôle *cintrée*, de telle manière que deux panneaux s'appliquant l'un contre l'autre, par leurs bords latéraux, et tournés en sens contraire, couvriraient la surface d'un tronc de

cône. Le comble est composé d'un certain nombre de ces panneaux tournés dans le même sens et juxtaposés par un de leurs bords latéraux. La surface est donc ondulée. La partie convexe est en dehors, la partie concave en dedans, et il se trouve une gouttière à chacun des joints des deux panneaux contigus. Une toiture de ce genre se soutient d'elle-même, sans le secours d'une charpente. De petites tringles en fer, placées de distance en distance, maintiennent l'écartement des deux côtés de chaque panneau.

La charpente de la rotonde du chemin de Versailles (rive gauche) est extrêmement légère, et cependant très-solide (Voir pl. K_4).

La charpente des remises polygonales du chemin de Montpellier à Nîmes est absolument semblable à celle de la rotonde du chemin de Versailles.

La charpente d'une remise polygonale construite dans la gare d'Étampes (chemin d'Orléans) a été représentée pl. K_{16-17}.

Les charpentes des remises polygonales des chemins de Derby, Manchester à Birmingham, et Manchester à Leeds, sont très-légères.

Elles sont toutes semblables, ou à peu près, à celle de la remise de Derby représentée fig. 17, pl. K_{29-30}.

Les charpentes en bois ont un grand défaut que n'ont pas celles en fer, celui d'être exposées à brûler. On se préoccupe peu toutefois des risques

d'incendie, quand on considère 1° que les ouvriers circulent dans ces remises jour et nuit ; 2° qu'un mécanicien ou un chauffeur se trouve toujours sur une machine qu'on allume ou qu'on éteint ; 3° que les remises sont généralement assez élevées pour que les étincelles atteignent rarement le sommet; 4° qu'elles sont ordinairement voisines des grands réservoirs et traversées en tous sens par des conduits remplis d'eau.

C'est ce qui explique comment les charpentes en bois leur ont été préférées, même en Angleterre, ce pays des constructions en fer.

Les charpentes en fer ont d'ailleurs l'inconvénient d'être attaquées par les vapeurs sulfureuses provenant des locomotives, qui, mélangées à la vapeur d'eau condensée, forment de l'acide sulfurique.

Les rotondes sont éclairées par des baies vitrées ouvertes dans les murs, par une lanterne qui, placée au milieu du comble, donne en même temps issue à la fumée, et quelquefois par des châssis à tabatière (Rotonde de Derby).

Frais d'établissement d'une remise polygonale.

La remise polygonale du chemin de Versailles (rive gauche) pour douze locomotives n'a coûté que 37,000 francs.

La dépense de cette remise se décompose de la manière suivante :

La maçonnerie des murs et fondations.	8,123	11,323
Les dix fosses à 320 fr. chacune.	3,200	
A reporter. . .		11,323



Report. . .		11,323
Charpente.		6,367
Serrurerie de gros fer et portes.	1,307	2,707
Lanterne.	1,400	
Couverture, y compris la volige		7,776
Menuiserie.		1,579
Peinture et vitrerie.		3,140
Clous à bateaux, pointes et broches.		420
		33,312

En outre, on a dépensé :

Charpente et ferrure pour faire une porte en place et divers détails.	393
Maçonnerie de la plaque tournante.	1,851
Fourniture et pose des longrines.	1,318 88
	36,910 88

Il n'y a d'omis, dans ce détail, que le prix des rails et de leur pose, ainsi que celui de la plaque tournante en fonte. Le prix de ces objets est connu. On le trouvera dans les Documents.

Il sera facile, en consultant les tableaux que nous avons donnés, de calculer le prix de revient des remises rectangulaires.

Frais d'établissement de remises rectangulaires.

Pour de simples hangars en planches, représentés fig. 1, pl. K_4, on a dépensé 22 fr. 46 c. par mètre carré : cela ferait, pour un hangar de $42^m,5$ de longueur et 22 mètres de largeur, comme la remise des locomotives du chemin Grand-Junction, environ 21,000 francs; et avec les fondations de quatre plaques à 1,200 francs chaque, environ 26,000 francs.

Mais les hangars, qui coûtent 22 fr. 46 c. le mètre carré, sont tout en planches. Ils ne sont pas fermés aux extrémités, et ne sont éclairés que d'un seul côté. Si aux parois en planches on substituait des murs en maçonnerie, si l'on éclairait les deux côtés, que l'on posât des châssis à tabatière sur le toit, et que l'on fermât les extrémités du hangar avec des portes roulantes, le prix de construction de la remise rectangulaire dépasserait celui de la remise polygonale.

Dispositions intérieures des remises de locomotives.

Il importe d'établir dans toutes les remises de locomotives, entre chaque fosse, un robinet pouvant fournir de l'eau soit pour le lavage, soit pour le remplissage des machines, et ne pas oublier qu'il est nécessaire de donner écoulement aux eaux qui s'amassent au fond des fosses.

Il ne faut, autant que possible, employer les remises de locomotives que pour les réparations courantes et les séparer des ateliers de grande réparation. On évite ainsi les dérangements qui résulteraient pour les ouvriers des fréquents déplacements des machines en service, et l'on préserve les machines en grande réparation de l'action destructive de l'acide sulfurique qui se forme par le dégagement d'acide sulfureux provenant de l'allumage.

Dans le voisinage des remises de locomotives se trouvent ordinairement, avons-nous dit, les réservoirs pour l'alimentation de ces machines.

Réservoirs de diverses espèces.

Ces réservoirs doivent pouvoir contenir une quantité d'eau plus que suffisante pour les alimenter les jours où le service est le plus actif.

Les réservoirs sont en tôle, en bois ou en maçonnerie.

Les réservoirs en tôle ou en maçonnerie sont supérieurs à ceux en bois, mais ils sont plus coûteux.

Les cuves en bois doivent être goudronnées.

Il est nécessaire, en hiver, de préserver de la gelée, par un moyen quelconque, l'eau de ces réservoirs.

Quelquefois on la chauffe.

Le combustible employé étant alors de qualité inférieure, tandis que celui dont on se sert sur les locomotives est toujours de première qualité, il nous paraît convenable de chauffer l'eau des réservoirs même en été, afin de diminuer les frais de chauffage pour la locomotion.

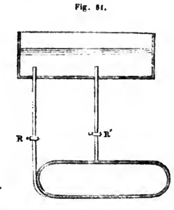
Le meilleur moyen pour chauffer les réservoirs est de les mettre en communication avec une chaudière en deux points placés à différentes hauteurs.

On peut employer à cet usage la chaudière même de la machine servant à élever l'eau d'alimentation. Quand cette machine ne travaille pas, on ouvre les deux robinets RR′, l'eau du réservoir remplit alors la totalité de la chaudière, et le déplacement des couches provenant de la différence de tempéra-

ture, opère le chauffage d'une manière continue.

Lorsque l'on veut faire travailler la machine, on ferme les robinets R R' et on laisse écouler de la

Fig. 81.



chaudière une quantité d'eau suffisante pour faire place à la vapeur.

Au chemin d'Orléans on chauffe l'eau des réservoirs au moyen de chaudières demi-sphériques posées sur de simples poêles.

Il convient généralement de porter l'eau des réservoirs à la plus haute température possible, car de tous les moyens employés pour chauffer l'eau des locomotives, le plus coûteux est sans contredit le chauffage direct par le foyer des machines. Les réservoirs devront être en tous cas enveloppés de substances qui empêchent la déperdition de la chaleur.

Lorsqu'on ne chauffe pas les réservoirs, on em-

pêche la congélation de l'eau en les entourant de fumier sur une épaisseur de $0^m,40$ environ, ou encore en les revêtant de tresses de paille. Il importe beaucoup, sur un chemin de fer, de n'employer pour alimenter les locomotives que de l'eau très-pure, car les eaux qui sont de nature à produire des incrustations, augmentent la consommation du combustible et détériorent la chaudière de manière à accroître dans une proportion énorme les frais de traction.

Dans certains cas, lorsque les eaux contiennent des matières susceptibles de produire des incrustations, on obtient de bons résultats en projetant de la vapeur dans l'eau de manière à l'agiter fortement en l'élevant à une haute température, la laissant reposer, et en ayant soin de placer la prise d'eau à quelque distance du fond où se réunissent les dépôts.

Magasins. On ne saurait trop dire quelles doivent être les dimensions des magasins à établir pour le service d'un atelier de petite réparation, lors même que le nombre des locomotives à réparer serait donné.

Le magasin du chemin de Versailles (rive gauche), voir pl. K_4, est suffisant, non-seulement pour le service de grandes et petites réparations qui se fait dans la remise polygonale de ce chemin, le nombre des machines de ce chemin étant de dix-huit, mais aussi pour le service des ateliers voisins où se préparent les pièces pour les grandes réparations.

Nous verrons plus loin, en traitant des ateliers de grande réparation, quelle est l'étendue des magasins sur plusieurs chemins importants, cette étendue étant comparée à l'importance du chemin.

Il est très-utile de préserver le coke des intempéries de l'air, car on a reconnu sur plusieurs chemins de fer, en faveur du coke sec, une différence sensible entre l'effet calorifique d'un certain poids de coke mouillé et celui d'un poids de coke sec égal à celui de ce coke mouillé, déduction faite du poids de l'eau.

Cependant, comme le coke ne peut être empilé en tas d'une grande hauteur sans subir un déchet considérable, et que par conséquent il faudrait de très-vastes hangars pour en contenir des approvisionnements d'une certaine importance, on trouve sur la plupart des chemins de fer de grandes quantités de coke amoncelées sur des chantiers en plein air.

Pour calculer l'espace que doivent couvrir les approvisionnements, il faut supposer que les tas de coke n'ont pas plus de deux mètres de hauteur, et que l'on doit approvisionner ce combustible pour quatre à six mois au moins, surtout près des gares qui ne communiquent avec les mines que par des voies navigables dont le service est interrompu dans les temps de gelée et de sécheresse.

Les bâtiments pour le service des marchandises nous ont paru, sur toutes les principales lignes de Bâtiments pour le service des marchandises.



chemins de fer, disposés à peu près de la même manière.

Quelquefois le service se fait sur un trottoir unique placé au milieu ; d'un côté se trouve une voie pavée ou ferrée pour les voitures de roulage, de l'autre sont des voies en fer pour les waggons.

Les marchandises à emmener sont déposées par les voitures de roulage d'un côté du trottoir, et chargées sur les waggons de l'autre côté.

C'est l'inverse pour les marchandises qui, arrivées par les waggons, doivent être transportées en ville.

D'autres fois, on établit deux trottoirs, bordés chacun d'une voie de fer et d'une chaussée ordinaire (chemin de Bristol).

L'un des trottoirs est consacré au chargement, l'autre au déchargement.

Nous comparerons, plus loin, les dimensions des magasins de quelques chemins de fer importants au mouvement des marchandises qui se fait dans la gare de départ où se trouvent ces magasins.

Comme, en général, on a peu de données certaines sur l'importance que peut prendre la circulation des marchandises sur un chemin de fer, il importe de les disposer de manière à pouvoir facilement les agrandir au fur et à mesure des besoins.

Bâtiments pour le service des douanes.

Les bâtiments de douane établis sur certaines lignes qui touchent aux frontières doivent renfermer un bureau pour le contrôleur, et quelquefois, si le

poste est important, un bureau pour des employés, un corps de garde pour les préposés, de grandes salles où l'on fait, en présence des voyageurs, la visite des bagages, puis des cabinets de visite attenants aux salles et aux bureaux. Les salles pour les voyageurs de première et de seconde classe, qui ne sont pas visités de la même manière, doivent être, autant que possible, distinctes.

Des stations intermédiaires.

Les stations intermédiaires se subdivisent, avons-nous dit, en :

Stations de première classe ;

Stations de seconde ou troisième classe.

Tous ou presque tous les convois s'arrêtent aux stations de première classe, une partie seulement à celles de seconde ou troisième classe.

Les stations de première classe présentent entre elles de grandes différences quant à l'importance du service.

Ainsi, les grandes stations de Huntsbank (Voir pl. K_{36}) et de Derby (Voir pl. K_{29-30}) sont, à proprement parler, des stations de première classe, puisque l'une peut être considérée comme station intermédiaire des chemins de Londres à Leeds et de Birmingham à Leeds qui s'y croisent, et la seconde comme station intermédiaire du chemin de Liverpool à Leeds.

D'un autre côté, eu égard à leur grande importance, on pourrait dire aussi que ce sont des gares centrales formées par la réunion de plusieurs gares d'arrivée et de départ.

Ainsi, en se plaçant à ce point de vue, la gare de Derby serait la réunion des gares d'arrivée et de départ des chemins de Derby à Londres, Derby à Leeds et Derby à Birmingham; celles de Huntsbank, la réunion des gares de départ et d'arrivée des chemins de Liverpool à Manchester et de Manchester à Leeds.

Passant à l'étude des stations intermédiaires, nous nous occuperons d'abord de la disposition des voies. L'usage était anciennement de ne lier dans les gares intermédiaires les voies latérales aux voies principales, que par une de leurs extrémités, de manière que les machines, marchant sur la voie principale, ne pussent jamais passer sur la voie latérale qu'en reculant, quelle que fût la position des aiguilles du changement de voie (Voir p. 220).

Depuis que l'usage des changements de voie à contre-poids, représenté pl. D_6, D_{13}, D_{17}, s'est répandu, on s'est écarté assez souvent de cette règle, surtout dans les stations de première classe où tous les convois stationnent.

Ainsi, dans la gare de Swindon (pl. K_{33}) du chemin de Londres à Bristol, dans la nouvelle gare de Coventry, chemin de Londres à Birmingham, dans celle de Normanton, chemin de Leeds à Derby,

et dans les gares intermédiaires d'un grand nombre d'autres chemins de fer d'Angleterre, on trouve entre les trottoirs d'arrivée et de départ quatre voies, les deux voies du milieu, qui sont les voies principales, et les deux voies latérales, qui sont reliées par les deux *extrémités* aux voies principales.

Les convois de marchandises s'arrêtent seuls sur les voies principales; les convois de voyageurs partent toujours pour déposer leurs charges sur les voies latérales.

Cette disposition n'est pas sans quelque danger. Un aiguilleur ayant un jour, dans la gare de Coventry, ouvert par mégarde la voie latérale pour un convoi de marchandises, ce convoi est venu choquer un convoi de voyageurs qui stationnait devant le trottoir.

Elle doit dans tous les cas être prohibée dans les gares de seconde ou troisième classe, où les convois passent souvent à de grandes vitesses sans stationner.

Quand le chemin est en déblais, les bureaux de distribution des billets sont toujours placés sur le côté, au sommet du talus, sur le talus même ou au pied du talus.

Si le chemin est en remblais, on peut les placer au pied du remblai, sur les talus ou sur la crête du remblai.

Enfin, si le chemin est en viaduc, on peut les établir sous les voies comme au chemin de Montpellier à Nîmes, gare de Nîmes, ou à côté du viaduc.

En général, lorsque la station a quelque importance, il faut la placer au pied des talus, dans les tranchées ou sur la crête des remblais, en ménageant des rampes pour y parvenir en voiture.

A Coventry, on a abandonné les bâtiments placés au sommet des talus, et représentés pl. K_7, fig. 3, pour les remplacer par d'autres, construits à une petite distance au fond de la tranchée.

Nous avons déjà fait connaître notre opinion sur les avantages que présente la disposition de la gare de Nîmes du chemin de Montpellier à Nîmes.

En Angleterre et en France, les voies sur une grande partie de la longueur des stations intermédiaires sont toujours bordées de trottoirs.

En Angleterre, les trottoirs sont presque toujours couverts.

Les omnibus, ou autres voitures qui amènent ou emmènent les voyageurs, stationnent dans une cour latérale au bâtiment.

On adopte, autant que possible, des dispositions telles que les voyageurs puissent descendre de voiture ou y monter à couvert. Quand la station intermédiaire se trouve au point de croisement ou de réunion de plusieurs chemins de fer, comme celle de Normanton et de Swindon (pl. K_{33}), les bâtiments pour les bureaux de distribution des billets et les salles d'attente se trouvent souvent compris entre deux systèmes de voies.

Les trottoirs et voies du milieu servant alors

pour la ligne principale, les trottoirs et voies extérieures sont employés pour les embranchements, comme on peut s'en rendre compte en étudiant la légende de la pl. K_{33}.

Les stations intermédiaires de première classe contiennent toujours, outre le bâtiment des salles d'attente avec ses dépendances :

Un réservoir d'eau et des grues hydrauliques;

Une remise pour deux locomotives au moins;

Une remise de waggons.

Souvent :

Un embarcadère pour les chevaux et voitures;

Un embarcadère pour les marchandises;

Un embarcadère pour les charbons;

Des magasins et hangars divers pour le service des marchandises et charbons.

Quelquefois :

Des ateliers de réparations plus ou moins vastes.

On doit toujours trouver dans le bâtiment des salles d'attente ou dans ses dépendances :

Des lieux d'aisances et urinoirs;

Une chambre pour les gardes et les commissionnaires.

Ce n'est pas seulement près du bâtiment des salles d'attente ou dans ce bâtiment même qu'il convient d'établir des lieux d'aisances et des urinoirs. En Angleterre, on en place également près du trottoir opposé.

Les chevaux et les chaises de poste sont chargés

sur des voies latérales, communiquant avec les voies principales par des changements de voies et par des plaques tournantes (Voir gare de Slough, de Reading).

Il en est de même des marchandises : les magasins sont placés latéralement, soit le long des voies, soit perpendiculairement au chemin (Voir gare de Reading sur le chemin de Bristol, et de Wolverhampton sur le chemin de Birmingham à Liverpool).

On trouve en Angleterre, dans un grand nombre de stations de première classe, des restaurants dont le buffet est quelquefois placé sur l'un des côtés d'une des salles d'attente.

Sur les grandes lignes, les convois s'arrêtent toujours pendant dix minutes à l'une de ces stations, afin que les voyageurs puissent au besoin y prendre un repas complet.

Ainsi :

Sur le chemin de Birmingham, les convois stationnent dix minutes à Wolverton, à moitié chemin de Londres à Birmingham ; sur le chemin de Londres à Bristol, ils stationnent à Swindon à environ 130 kilomètres de Londres et 45 de Bristol.

Les salons ou salles à manger des restaurateurs dans ces stations de Wolverton et de Swindon servent en même temps de salles d'attente. Ils sont très-grands et richement décorés.

Ceux de la station de Swindon, placés le long de

chaque trottoir, sont immenses et construits avec un luxe admirable.

A Swindon, le buffet, établi au milieu, partage le salon en deux compartiments, dont l'un est destiné à recevoir les voyageurs de première classe, et l'autre ceux de seconde et de troisième classe.

A Wolverton, il y a deux salons distincts, l'un pour la première classe, l'autre pour les classes inférieures.

Les stations intermédiaires de deuxième classe contiennent, selon leur importance, deux ou une salle d'attente, un bureau pour la distribution des billets, une salle de bagages (quand on ne les dépose pas dans les salles d'attente, ce qui peut être admis seulement pour celles de peu d'importance), une salle de décharge pour entreposer les marchandises de petit volume et les bagages bureau restant; un logement pour le chef de station, logement composé de quatre pièces, d'une cave, et dans un petit bâtiment annexé et séparé des lieux d'aisances, un magasin, un grenier, enfin une pompe à eau.

Des ateliers.

On distingue :

Les ateliers de grandes réparations;

Ceux de petites réparations.

Il n'existe jamais, même sur les lignes les plus

importantes, qu'un seul atelier de grandes réparations.

Cet atelier est une véritable fabrique pour construire des machines aussi bien que pour les réparer; car, réparer une machine locomotive usée par un long travail, c'est souvent la reconstruire.

Sur les lignes de faibles parcours à portée des villes ou des fabriques, on évite de construire des ateliers de grandes réparations en tirant des établissements du voisinage les pièces à remplacer, telles qu'essieux, pièces de fonderie, etc.; mais il est toujours fort incommode de se trouver dans la dépendance de ces établissements.

C'est ainsi qu'au chemin de Liverpool à Manchester les principaux ateliers de réparations étaient, lors de sa création, fort exigus et très-imparfaitement outillés. Les pièces principales pour l'entretien des locomotives étaient fabriquées au dehors chez les constructeurs de Liverpool ou de Manchester. Mais les administrateurs du chemin, ne tardant pas à sentir la nécessité de se rendre indépendants de ces constructeurs, furent conduits graduellement à augmenter l'étendue de leurs ateliers ainsi que l'importance de leur outillage.

Aujourd'hui on a suivi sur toutes les grandes lignes l'exemple donné par le chemin de Liverpool à Manchester.

Sur les différents chemins que nous avons cités,



les ateliers de grandes réparations sont diversement placés.

Au chemin de Londres, de Birmingham, on les a établis près la station de Wolverton, à moitié chemin de Londres à Birmingham ; sur le chemin de Bristol à Swindon, aux deux tiers de la distance de Londres à Bristol ; au chemin de Grand-Junction, à Crewe, à moitié chemin environ de Birmingham à Liverpool.

En France, au chemin d'Orléans, les grands ateliers se trouvent à 1 kilomètre de la gare des voyageurs de Paris (voir pl. $K_{21,22}$) ; au chemin de Rouen, ils sont à Sotteville, éloigné de 2 kilomètres de Rouen ; au chemin du Nord, on se propose de les placer à Amiens, à 120 kilomètres de Paris. On compte 2 kilomètres des ateliers des chemins de Saint-Germain et Versailles (rive droite) à la gare de Paris. Au chemin de Bâle à Strasbourg, les ateliers à peu de distance de la gare de Mulhouse sont à 110 kilomètres de Strasbourg, et à 30 kilomètres de Bâle. Sur le chemin de Montpellier à Nîmes, on les construit dans la gare même de Montpellier.

En Belgique, les ateliers centraux de Malines sont à 25 kilomètres de Bruxelles, 55 kilomètres de Gand, 25 kilomètres d'Anvers, et 85 kilomètres de Liége.

En Allemagne, sur le grand chemin septentrional de Vienne à Raab, les ateliers de grandes réparations

font partie des bâtiments de la gare de Vienne (voir pl. $K_{13,14,15}$).

On voit par ce qui précède que les ingénieurs des grandes lignes ne semblent pas s'être attachés essentiellement à placer les ateliers en un point déterminé de la ligne, tel que le serait le milieu ou l'une des extrémités. Ils les ont établis tantôt sur un point, tantôt sur un autre : partout où l'on a pu acquérir de vastes terrains voisins de la ligne, à un prix raisonnable.

Lorsque les ateliers principaux sont placés dans les gares de départ ou d'arrivée, ils se trouvent sous la surveillance immédiate de l'ingénieur en chef et des administrateurs, qui habitent ordinairement les villes à l'extrémité de la ligne ; mais d'un autre côté, ils occupent dans ces gares un terrain ordinairement très-précieux ; et si la gare est dans l'intérieur d'une ville, les ouvriers ne peuvent se loger et se nourrir à proximité qu'à grands frais.

Les ateliers auxiliaires sont distribués sur la ligne à des distances variables. Nous avons déjà fait connaître, page 38, qu'au chemin d'Orléans on en avait établi à Orléans, à Étampes, à Corbeil, à Toury et à Saint-Michel.

Au chemin de Rouen, dont l'exploitation est à l'entreprise, on trouve des ateliers pour les petites réparations près des Batignolles.

Sur celui de Strasbourg à Bâle, il n'y en a qu'à Colmar et à Strasbourg.

Sur les grandes lignes on trouve toujours, à défaut d'ateliers principaux, dans les gares d'arrivée ou de départ ou à proximité, des ateliers auxiliaires.

Ainsi il en existe sur le Great-Western Railway, dans l'intérieur de la gare de Londres, et à une petite distance de celle de Bristol ; sur le chemin de Londres à Birmingham, dans la gare de Birmingham, et à proximité de la gare de Londres (Cambden-Town).

C'est ordinairement dans les ateliers ou dans des remises qui en dépendent que les machines vont s'abriter la nuit.

Lorsqu'ils ne sont pas placés dans la gare même, mais à quelque distance, les machines ont à parcourir tous les jours un certain chemin de la gare à la remise. Il faut, autant que possible, éviter ces manœuvres, qui, en se multipliant, finissent par devenir assez dispendieuses. D'ailleurs les réparations à faire aux machines, tenders ou waggons, sont bien plus faciles lorsque les ateliers sont près des stations, et il importe surtout pour le service que les communications entre les gares et les ateliers ou remisages et réserves de matériel soient promptes et faciles.

Nous avons déjà parlé, dans le chapitre premier, de l'espace occupé par les ateliers principaux de différents chemins de fer. Nous ajoutons les renseignements qui suivent à ceux déjà fournis.

Les ateliers principaux du chemin de fer de Birmingham à Liverpool (Grand-Junction Railway) couvrent un espace de terrain entièrement utilisé de 7 acres anglais (2 hect. 8/10). De ces 7 acres, 4 1/2 (1 hect. 8/10) seulement sont occupés par les bâtiments ou cours intérieures. Le terrain consacré aux ateliers du chemin de Rouen à Sotteville mesure 3 hect. 8/10, dont deux tiers environ le sont aux bâtiments et cours intérieures.

La surface des bâtiments et cours intérieures composant les ateliers du chemin de Londres à Birmingham, à Wolverton, est de 1 hect. 1/10; celle des grands ateliers de Derby (voir pl. $K_{29,30}$) est de 1 hect. 5/10.

Les ateliers principaux d'une grande ligne de chemin de fer doivent toujours renfermer :

Un atelier de montage de machine avec bancs d'ajusteur.

Un atelier de machines-outils.

Un atelier de forges.

Un ou deux fourneaux pour échauffer et cintrer les bandages.

Une chaudronnerie.

Une fonderie en cuivre.

Un atelier de réparation des voitures.

Un atelier de peinture et une sellerie, avec dépendances pour menuisiers, tourneurs sur bois, charrons, etc., et des hangars avec une cour pour les charpentiers.

Des magasins.

Un bâtiment pour loger le directeur des ateliers et pour placer le bureau de l'administration des ateliers, des dessinateurs, etc.

Des réservoirs, grues hydrauliques, etc.

Quelquefois, mais très-rarement, ils renferment une fonderie de fonte.

Au chemin de Grand-Junction, les ateliers se subdivisent en trois grandes sections :

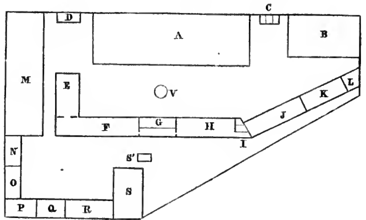
1° La section pour la réparation des machines ;

2° La section pour la réparation des voitures de voyageurs ;

3° La section pour la réparation des waggons de marchandises.

Fig. 82.

(Echelle de 1/2000.)



La figure 82 et la légende qui l'accompagne indiquent les subdivisions de chacune de ces sections.

A. Atelier de montage pour les machines avec différents outils.

B. Remises où l'on met en feu les machines réparées pour los envoyer sur la route.

C. Bâtiments portant un grand réservoir alimenté par une pompe; au rez de-chaussée, chambre pour les machinistes et petits fourneaux pour préparer le feu des machines.

D. Petit magasin.

E. Chaudronnerie et deux forges pour la chaudronnerie.

F. Dix-sept forges pour les machines.

G. Machine fixe et meules pour aiguiser les outils.

H. Machines, outils et bancs d'ajusteurs.

I. Fonderie de laiton, moulage, etc., etc.

J, K. Forges pour les objets en cuivre. — Magasins principaux avec chambres pour les modèles. — L'huile, la graisse, et les autres matières combustibles se trouvent dans les caves pour éviter l'incendie.

L. Bureaux des dessinateurs. — Bâtiment à deux étages.

M. Bâtiments à deux étages au rez-de-chaussée. — Ateliers de montage pour les voitures. — Au deuxième étage, atelier de peinture et de garniture.

N. Tourneurs et ajusteurs.

O. Forges pour les voitures.

P. Forges pour les waggons de marchandises.

Q. Tourneurs et ajusteurs.

R, S. Ateliers de montage pour les waggons de marchandises.

T. Bureaux du directeur des ateliers.

V. Urinoirs pour les ouvriers.

Il n'y a pas de fonderie pour la fonte ; on la tire d'une fonderie du voisinage.

Les bâtiments qui composent les ateliers sont ordinairement placés autour d'une ou plusieurs cours quadrilatères (Orléans, Wolverton, Crewe, Malines, Vienne).

Cette disposition est très-convenable en ce qu'elle permet :

1° De bien éclairer les ateliers ;

2° De ne laisser entrer et sortir les ouvriers que par une seule porte ;

3° D'établir une communication facile entre les différents bâtiments ;

4° De laisser libre un espace convenable pour les chantiers en plein air, au centre même des ateliers, à portée de chacun d'eux ;

5° De faciliter la surveillance.

Il est très-important de remplir toutes ces conditions simultanément.

Une disposition vicieuse des ateliers, aussi bien qu'une disposition mal étudiée de la gare, entraîne

dans des frais d'exploitation plus élevés qu'on ne l'avait prévu.

A Malines, les différents bâtiments qui composent l'ensemble de l'atelier sont séparés les uns des autres, dans la prévision des incendies ; sur d'autres chemins, celui d'Orléans par exemple, ces bâtiments sont en partie ou en totalité réunis dans les angles. Les communications d'un bâtiment à l'autre sont alors plus faciles, mais les risques d'incendie sont plus grands.

Les forges, les ateliers de montage et la chaudronnerie sont généralement établis sous de simples hangars (Orléans, Wolverton, Crewe, Malines).

Le bâtiment des machines-outils, souvent aussi, consiste en un simple hangar (Orléans, Wolverton, Crewe).

Quelquefois cependant il est à deux étages. Les grosses machines sont alors placées au rez-de-chaussée et les machines les plus légères au premier étage (Derby, etc.). Les bâtiments pour la réparation des voitures très-souvent sont à deux étages (Malines, Derby, etc.). Les travaux de peinture et de sellerie se font au premier, les travaux de charpente au rez-de-chaussée.

Les ateliers sont ordinairement éclairés sur le côté par de très-grandes fenêtres ; il importe qu'ils reçoivent beaucoup de jour ; ceux de montage et de machines-outils surtout.

Les pièces pour les réparations des machines sont

d'abord forgées, puis achevées dans l'atelier des machines-outils, et enfin employées dans l'atelier de montage. Il convient donc que les bâtiments des forges, des machines-outils et de montage soient placés à la suite les uns des autres, comme ils le sont au chemin d'Orléans.

On place des bancs d'ajusteur dans les ateliers des machines-outils et dans ceux de montage, mais il faut éviter d'y placer des forges. La poussière du charbon, en pénétrant dans les machines-outils et dans les machines locomotives, leur deviendrait très-nuisible.

Les charpentiers travaillant en même temps aux machines, aux tenders et aux voitures, les hangars qui leur servent d'abri ne doivent pas être très-éloignés, ni des ateliers affectés plus spécialement à la réparation des machines, ni de ceux où l'on répare les voitures.

La chaudronnerie où l'on fabrique et répare les chaudières de locomotives et les tenders doit être, autant que possible, placée entre le bâtiment des forges et le hangar des charpentiers, ou du moins à proximité de l'un et de l'autre, la fonderie de laiton à côté de la chaudronnerie.

Les ateliers doivent être assez vastes pour que les appareils s'y logent facilement et que les ouvriers y circulent et travaillent aisément.

L'atelier des machines-outils du chemin d'Orléans est un des plus commodes que nous ayons vus, les



dimensions nous paraissent très-convenables, ainsi que celles des ateliers pour les forges et pour le montage du même chemin.

La charpente des ateliers d'ajustage doit être assez solide pour qu'on puisse y prendre des points d'appui pour les arbres et roues servant à mettre en mouvement les différentes machines.

Les dimensions de celles des ateliers doivent être calculées de manière qu'on puisse y suspendre les machines lorsqu'on les soulève pour les réparations.

En Belgique, on emploie, pour ces manœuvres dans les ateliers, de grandes chèvres, mais elles sont fort gênantes.

Les machines qui composent l'outillage pour la construction et pour la réparation des machines locomotives, diffèrent peu de celles qu'on emploie dans les fabriques de machines fixes. La construction des locomotives exige néanmoins certaines machines spéciales.

Voici quelles sont les principales machines-outils des ateliers d'Orléans, considérés comme les mieux pourvus parmi ceux de nos chemins de fer français :

Machine fixe.

Tour de Whitworth.

Tour de Heterington.

Machine à mortaiser.

Tour de Fox.

Petit tour de Heterington.

Petit tour de Pihet.
2 Machines à planer.
Machine à tailler les tarauds.
Machine à aleser.
2 Machines verticales à percer.
Machine à percer à levier.
Tour sphérique.
Machine à décaler.
Tour à engrenage de Pihet.
Machine à tarauder.
Scierie mécanique.
Machine à raboter de Nasmyth.

Depuis 1844, cet outillage a été augmenté de plusieurs tours et de plusieurs machines à planer.

Les ateliers du chemin de Londres à Bristol (Great-Western Railway) renferment :

30 Petites forges.
5 Grosses forges.
2 Fourneaux pour la pose des bandages de roues.
5 Tables en fonte pour dresser les ressorts.
5 Tours doubles pour tourner les roues des locomotives montées sur leurs essieux.
3 Grands tours.
4 Tours parallèles.
16 Petits tours.
7 Petites machines à percer.
1 Grande machine à planer.
5 Petites machines à planer.
2 Grandes machines à mortaiser.

1 Machine à chantourner.

1 Machine à aleser sur place les cylindres de locomotives.

2 Machines à tarauder.

1 Machine à faire les écrous.

1 Grue mobile pour locomotives.

1 Grue pour roues de locomotives, waggons, etc.

1 Presse hydraulique.

2 Grandes meules à dresser.

2 Meules à polir.

96 Étaux.

La machine à vapeur est de la force de vingt chevaux.

Dans les ateliers de chaudronnerie du même chemin, on compte :

2 Fourneaux.

6 Forges.

1 Machine à couper la tôle.

1 Grande machine à percer et à couper.

1 Petite machine à percer et à couper.

1 Grande machine à percer.

1 Petite machine à percer.

5 Plaques en fonte pour dresser et courber les tôles.

Dans les ateliers du chemin de Londres à Birmingham :

Le nombre des forges et des étaux est un peu moins grand, et les outils à peu près les mêmes. On

y trouve une machine à cintrer les tôles qui n'existe pas au Great-Western Railway.

Outre les outils portés sur les listes précédentes, nous recommandons, comme pouvant être fort utiles dans les ateliers de réparation des chemins de fer, les scies circulaires pour le débit du bois;

Des cylindres pour laminer les feuilles de ressort.

Il convient de disposer des voies de fer dans toutes les parties de l'atelier où l'on doit amener les pièces à réparer, et surtout dans les parties de l'atelier où doivent entrer les machines, comme la chaudronnerie; il en est de même pour la menuiserie, les tours, machines à percer, appareils de calage, et tous les endroits où se travaillent les roues.

Heurtoirs.

Nous avons insisté précédemment, page 457, sur la nécessité d'établir des heurtoirs dans les gares de chemins de fer; nous ajouterons que, sur une ligne dont le service se ferait comme sur certains chemins anglais, où le convoi, poussé par la machine, ne pénètre que lentement dans la gare, l'emploi des heurtoirs nous paraît moins utile; nous le conseillons toutefois comme une précaution qu'exige la sécurité des voyageurs.

Un assez grand nombre de chemins en sont dépourvus cependant (chemin d'Orléans, de Rouen,

de Bâle à Strasbourg). C'est à tort, lorsque l'on ne peut placer à l'extrémité des voies principales des voies de remisage, comme au chemin d'Orléans.

Nous allons décrire sommairement différentes espèces de heurtoirs.

Le heurtoir de Versailles (rive gauche) se compose de cinq pièces de bois reliées entre elles par des frettes, et fixées à des poteaux qui s'enfoncent dans le sol de toute la hauteur du remblai; ces poteaux sont maintenus par des contre-fiches, qui, devant résister au choc, viennent prendre leur point d'appui sur des semelles en bois, reportant également la pression sur un massif en maçonnerie. Ce heurtoir ainsi disposé a parfaitement résisté au choc dont nous avons parlé. On a remarqué, cependant, un léger soulèvement des poteaux; il conviendrait, dans un cas semblable, de relier l'extrémité de ces poteaux, et de faire peser sur le pied tout le poids du remblai (voir pl. E 14, fig. 14).

Les heurtoirs du chemin de fer de Versailles (rive droite) ne sont pas sujets à ce mouvement. La construction de la partie supérieure est en tout semblable à celle de la rive gauche; seulement, au lieu d'avoir placé les contre-fiches en arrière, on a relié les heurtoirs, par des tirants en fer, à la partie inférieure de la maçonnerie des plaques tournantes.

Sur le chemin de Liverpool à Manchester, les heurtoirs sont formés de deux tampons placés dans la même direction que ceux de la machine; l'extré-

mité de leur tige reporte la pression sur le milieu de quatre grands ressorts dont les extrémités se touchent deux à deux.

Cette disposition de ressorts permet de recevoir les convois sans choc dangereux ou même incommode pour les voyageurs; mais le prix élevé qu'exige leur construction en a jusqu'ici beaucoup restreint l'usage.

Enfin, sur le chemin de Vienne à Raab, les heurtoirs sont formés simplement de caisses en bois garnies de fleurs, ou, plus simplement encore, de talus régnant d'un trottoir à l'autre sur toute la largeur des voies.

Grues hydrauliques.

Les grues hydrauliques sont des appareils destinés à alimenter le tender; on les place ordinairement soit près des voies de stationnement des machines, soit près des voies de départ ou de passage, quelquefois aussi on les fixe au bâtiment du réservoir même.

Sur les voies de remisage, il convient de placer les grues hydrauliques près des fosses à piquer le feu, car souvent on peut être pressé de faire partir une machine, et il faut alors que l'alimentation du tender puisse se faire en même temps que l'on pique le feu.

Dans les stations principales de passage, il est utile de placer des grues, non-seulement près des fosses à piquer, mais encore près des voies de départ, car il faut qu'une machine, continuant son trajet, puisse, sans être obligée de parcourir un long espace de voies, en passant plusieurs croisements, trouver en se détachant du train et à peu de distance une grue pour s'alimenter.

Les grues placées près des voies principales peuvent, si elles ne se trouvent à une distance convenable de ces voies, occasionner de graves accidents. On ne se préoccupe pas ordinairement assez de ce danger, que l'on éviterait facilement en donnant au bras plus de longueur, ce qui permettrait d'éloigner la colonne de la voie.

On a construit des grues de différentes espèces. Les unes, comme celles des chemins de Grand-Junction et de Versailles (rive gauche), se composent simplement d'une colonne de fonte, qui fait suite à la conduite d'eau, et au sommet de laquelle est fixé un tuyau de toile ou de cuir servant à porter l'eau dans le tender; un robinet, placé sur la partie horizontale de la conduite, ou une soupape dans la colonne, donne issue à l'eau. Ces grues, qui sont les plus simples et les moins coûteuses de construction, sont aussi les moins parfaites; elles suffisent, mais ne font pas un aussi bon service que celles qui sont toutes en métal.

Les grues en métal, dont nous avons donné les

plans, sont celles de Saint-Germain, de Londres à Birmingham, et du chemin de Bâle à Strasbourg.

Celle de Saint-Germain est parmi ces dernières la plus compliquée. Le tuyau qui conduit l'eau de la colonne au tender a une double courbure tout à fait inutile, qui empêche en hiver l'eau de se dégager entièrement et occasionne des ruptures. Celle du premier modèle du chemin de Londres à Birmingham, dont la disposition générale est la même que celle de la précédente, a de plus l'inconvénient d'être supportée par trois pieds qui empêchent de circuler librement tout autour.

La grue du chemin de Strasbourg à Bâle est dans de meilleures conditions : la colonne est simple et solide, le tube conducteur est droit et par conséquent se vide entièrement; elle fonctionne d'une manière satisfaisante, et il n'y a jamais de réparation à y faire, mais le bras en est trop court : déjà plusieurs accidents ont failli arriver aux voyageurs parce que la colonne était trop rapprochée de la voie; et plusieurs ont été brisées par des waggons de marchandises dont le chargement s'était un peu dérangé en route. Cette grue présente en outre l'inconvénient de nécessiter un homme sur le tender pour voir lorsqu'il est plein et un autre pour tourner la clef du robinet d'introduction.

La grue, deuxième modèle du chemin de Londres à Birmingham, est à peu près semblable; mais elle l'emporte sur celle de Strasbourg à Bâle, en ce que

le robinet ou la soupape d'introduction peut se manœuvrer par l'homme placé sur le tender.

Les tuyaux de conduite des grues hydrauliques doivent être de grand diamètre et leurs orifices très-larges, afin que l'on puisse remplir rapidement le tender. Les grues du chemin de Strasbourg à Bâle ne débitent pas suffisamment. C'est surtout lorsque les grues sont très-éloignées des réservoirs que cet inconvénient devient grave ; il est d'autant plus sensible, qu'assez ordinairement on ne donne au réservoir qu'une faible hauteur afin de diminuer le travail nécessaire à l'élévation de l'eau.

Les tuyaux doivent être placés de manière qu'on puisse les réparer facilement.

Ils fatiguent beaucoup par suite des secousses violentes qu'ils reçoivent, lorsqu'au moyen des robinets on s'oppose instantanément au mouvement de l'eau et que l'on produit ainsi des coups de béliers hydrauliques ; pour parer à cet inconvénient, il convient d'employer des tuyaux très-résistants, de placer près de la grue une cloche à air qui amortisse les chocs, et enfin de faire en sorte que les robinets ne se ferment pas brusquement. L'emploi que l'on a fait d'une vis, sur le chemin de Birmingham, pour fermer la soupape nous semble très-convenable : au chemin de Versailles (rive gauche), où les grues étaient dépourvues de cloche à air, les tuyaux cassaient fréquemment; on a obtenu de très-bons résultats en les enveloppant de béton et

en manœuvrant lentement les robinets au moyen d'un engrenage; dans tous les cas, il convient de placer sur la conduite principale un robinet qui permette de faire facilement et promptement toutes réparations.

Chaque conduite doit porter, à son embranchement sur le réservoir, une soupape, afin qu'un accident arrivé à une conduite ne prive pas une station d'eau; si donc on veut éviter la dépense de deux conduites distinctes pour une même station, il est prudent d'établir, outre les grues répandues dans la station, une grue attenante au réservoir et y prenant l'eau directement.

Il faut, indépendamment des robinets dont nous avons parlé ci-dessus, un robinet de vidange au bas de chaque colonne, et dans un puisard, afin que la nuit on puisse, pendant l'hiver, vider toute la partie de la grue qui est hors de terre, et même jusqu'à la profondeur de la conduite, qui doit être placée assez avant dans la terre pour que la gelée ne puisse l'atteindre.

Sur le chemin d'Orléans on a essayé, pour l'hiver, l'emploi d'une double enveloppe, dans laquelle était disposé un réchaud; mais il vaut mieux, selon nous, chauffer l'eau dans les réservoirs : ce qui, avons-nous dit précédemment, est, sous tous les rapports, une excellente mesure à prendre. Il suffit alors, pour préserver la grue de l'action du froid, même le plus intense, d'entourer la colonne

et le bras des grues d'un revêtement en paille.

On surmonte assez ordinairement les grues d'une lanterne pour faciliter pendant la nuit l'approvisionnement des machines.

En Allemagne on emploie depuis quelque temps de nouvelles grues hydrauliques, dont le bras à double articulation permet, par ses grandes dimensions, de desservir deux voies adjacentes, et d'alimenter le tender sans qu'il soit indispensable de l'arrêter en un point fixé invariablement.

Dans toutes les grues hydrauliques à colonne fixe et à bras mobile sur la colonne seulement, il faut avoir soin de bien relier ces deux parties entre elles et avec la partie inférieure, afin de s'opposer au soulèvement.

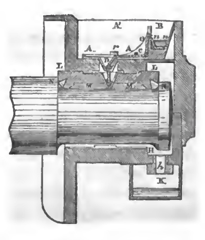
APPENDICE.

DESCRIPTION DES NOUVELLES BOITES A GRAISSE ALLEMANDES.

La fig. 83 est une coupe longitudinale de la boîte.

La cavité A′ dans les anciennes boîtes est ordinairement remplie de graisse.

Fig. 83.



Dans la nouvelle boîte, cette cavité reste vide et

ne sert qu'à contenir la pièce en fonte A B, composée d'une boîte B, d'une plaque entourée d'un petit rebord A A, et d'une espèce d'entonnoir conique D.

La boîte B est remplie d'huile jusqu'au niveau *nn*, une mèche de coton *o* plonge par une des extrémités dans ce bain d'huile, puis elle sort du van B par une ouverture ménagée dans une des parois, s'étend sur la plaque A A et tombe perpendiculairement par l'ouverture conique sur la fusée de l'essieu. — Des plaques de plomb *c* et *r* servent à la fixer. Cette mèche faisant effet de siphon ne verse qu'une seule goutte d'huile toutes les trois minutes sur la fusée. Lorsque les waggons sont arrêtés, la mèche est entièrement plongée dans le réservoir B, de manière que l'opération du graissage ne continue pas sans utilité.

Quelque faible que soit la quantité d'huile versée sur l'essieu par la mèche, cette quantité n'est pas entièrement consommée, une portion tombe dans un espace H sous la fusée et s'écoule par une rainure *h*, dans une petite boîte K où on la recueille pour s'en servir de nouveau.

La consommation dans les temps chauds, lorsque l'huile coule avec facilité, est d'une goutte environ par trois minutes. Si donc on admet que les convois mettent 15 minutes pour parcourir chaque mille géographique, y compris le temps des arrêts aux stations, la consommation est de 5 gouttes par mille,

pour chaque roue, chaque goutte étant la 12,000^{me} partie d'une livre.

Dans les temps de gelée on obtient, en mélangeant à l'huile ordinaire de 1/4 à 3/4 d'huile pure de térébenthine, une huile toujours très-fluide.

Le coussinet en bronze des anciennes boîtes est remplacé dans les nouvelles par un coussinet en bois dur parfaitement sec (bouleau ou bois de gaïac) s'appliquant bien exactement sur la fusée. Ces coussinets en bois portent, à leurs extrémités, deux saillies L d'environ 1/4 de pouce de hauteur, et dans toute leur longueur une rainure de 1/4 à 1/2 pouce de profondeur; au milieu est un trou conique qui traverse le coussinet de part en part, et donne passage à la mèche.

Le coussinet en bois, tel que nous venons de le décrire, est fortement serré contre la fusée de l'essieu par une frette en fer posée à chaud, et le vide M rempli d'un mélange fondu d'un alliage renfermant 3 parties de plomb contre 1 d'antimoine. Cet alliage, versé par le trou conique F, s'applique exactement, d'une part, contre les parois en bois brut du coussinet. Aux deux extrémités du coussinet en bois *N* et *N* sont pratiqués de petits trous que l'on remplit de fragments de dents de cheval, d'ivoire ou de toute autre substance de même nature, sur laquelle le frottement est très-doux et qui résiste parfaitement à son action.

Les coussinets de cette espèce coûtent de 8 à

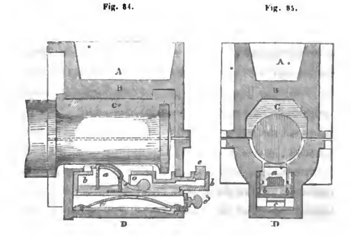
10 gros (de 1 fr. à 1 fr. 50 c.). On n'a pas encore fait d'expériences suivies sur leur durée ; toutefois on présume qu'ils peuvent servir dix fois plus de temps que les coussinets en bronze, et comme les extrémités sont très-résistantes, on a moins à craindre le mouvement de lacet. Ainsi un coussinet de ce genre, après avoir servi pour un parcours de plus de 2,000 milles, paraissait intact, tandis que des coussinets en bronze, en pareil cas, sont toujours plus ou moins usés. Une autre qualité de ces boîtes, c'est que le frottement étant plus doux qu'avec les anciennes, l'effort de rotation est moins grand. Enfin on trouve dans leur emploi l'immense avantage de ne pas être obligé de graisser aux stations, puisqu'on peut parcourir jusqu'à 100 milles sans y toucher, et de pouvoir marcher dans les temps de plus forte gelée aussi facilement qu'en été.

Les fig. 84 et 85 sont les coupes longitudinale et transversale d'une autre boîte à graisse également employée en Allemagne et donnant, dit-on, d'excellents résultats. Elle se compose d'une enveloppe en fonte B et d'un coussinet C formé d'un alliage dans les proportions de 83 de plomb et de 17 d'antimoine.

L'enveloppe inférieure D est en fonte et renferme tout l'appareil de graissage qui s'opère de la manière suivante : la mèche plongeant en partie dans l'huile est appliquée contre la fusée au moyen d'une pédale à contre-poids *a*, l'huile est introduite dans

le réservoir *bb* par un orifice que ferme un bouchon à vis *e*. Cette boîte est maintenue dans sa position

Fig. 84. Fig. 85.



par le ressort *c*, qui en s'aplatissant par le soulèvement du bouton *c'* peut s'enlever et permettre ainsi la facile inspection du réservoir *bb*.

NOTE SUR LES RAILS CREUX.

Les rails creux, dont nous avons parlé p. 111 et qui sont représentés pl. B_3, fig. R. Z, ne reposent pas aux joints directement sur les longrines, car leurs extrémités, en se désaffleurant, par suite de la compression inégale du bois des longrines, causeraient des chocs incommodes aux voyageurs et funestes à la conservation du matériel. Ils se placent ordinairement sur une semelle ou coussi-

net en fonte; cette disposition, qui permet une *juxtaposition* parfaite des rails entre eux, présente néanmoins un inconvénient assez grave, qu'il est bon de signaler.

Les vibrations sur ce coussinet en fonte sont tellement violentes, que les crochets, fortement ébranlés, jouent peu à peu dans les longrines et finissent par ne plus maintenir les rails; les trous des longrines, agrandis par le jeu des crochets, ne permettent plus de consolider le joint, car le bois est trop altéré pour qu'on puisse y fixer de nouveau les crochets, ou, si l'on cherche pour ces crochets une partie de la longrine moins altérée, elle se trouve loin de l'extrémité des rails, qui ne seraient plus alors suffisamment consolidés.

Les mêmes inconvénients existent lorsqu'il s'agit de replacer un rail qui a marché, ou d'en remplacer un par suite d'usure ou de toute autre cause; car on n'a pas, comme dans le cas ordinaire, des coins en bois placés entre le rail et le coussinet, qui amortissent les chocs, ou qui permettent de parer facilement à tous les inconvénients que nous venons de signaler.

NOTE SUR LES CHANGEMENTS ET CROISEMENTS DE VOIE.

Nous pensons que nos lecteurs liront avec intérêt la note suivante sur les changements et croise-

ments de voie. Elle a été rédigée et nous a été communiquée par M. E. Meyer, ancien élève de l'École centrale des arts et manufactures, employé sous les ordres de M. Eugène Flachat à la construction du chemin de fer atmosphérique de Saint-Germain.

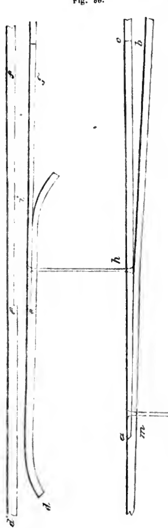
Le changement de voie à aiguilles mobiles convient principalement lorsque la voie sur laquelle il se trouve doit être toujours ou presque toujours parcourue dans le même sens par les voitures. On sait, en effet, que s'il est convenablement posé, il jouit dans ce cas de cette propriété importante et qui lui est spéciale : le convoi lui-même, en arrivant sur les aiguilles, les place dans la position convenable si, par inadvertance, elles n'y ont pas été mises préalablement.

Nous appellerons *talon* de l'aiguille l'extrémité où se trouve l'axe de rotation; *pointe*, l'extrémité effilée.

On se sert d'un contre-poids agissant sur l'axe du levier de l'aiguilleur, dans le but de maintenir constamment ouverte celle des deux voies qui est la plus fréquentée, ou la *voie droite*, ainsi nommée parce qu'elle est le plus souvent dans l'alignement du tronc commun aux deux voies. Mais on voit, d'après ce qui précède, que le contre-poids n'est réellement utile que pour le cas exceptionnel où le convoi marche de la pointe sur le talon de l'aiguille. Dans ce même cas, pour que la *voie oblique* soit

ouverte, il faut que l'aiguilleur soulève le contrepoids pendant toute la durée du passage du convoi.

Fig. 86.



L'accident arrivé au chemin d'Orléans prouve que c'est là un inconvénient grave. Toutefois, on ne devra pas, pour s'en prémunir, se servir d'un enclanchement, car alors le contre-poids deviendrait totalement inutile. Il faut seulement écarter le plus possible ce mouvement de la voie, disposer les leviers pour qu'il n'y ait qu'un assez faible effort à exercer et dans une position commode.

L'aiguille *ac*, qui sert pour la voie oblique, est la seule qui produise une déviation dans la marche du convoi, la seule par conséquent qui ait be-

soin d'une grande longueur : on lui donne $4^m,50$ ou au delà. Quant à la deuxième *eg*, qui fait partie de la voie droite, elle a généralement de 3 mètres à $3^m,50$.

Les aiguilles sont reliées entre elles : 1° à leurs talons, par une forte traverse, les axes de rotation étant toujours placés sur une perpendiculaire à l'axe du croisement ; 2° vers la pointe de l'aiguille *eg*, par une entretoise en fer rond ou carré. On a pensé qu'il convenait de pouvoir allonger ou raccourcir cette entretoise afin de fixer au montage, ou après quelque temps de service, la position relative des deux aiguilles. Cela n'est pas indispensable au bon service des deux aiguilles ; il nous paraît plus important de former l'entretoise de deux ou de trois pièces réunies par des charnières, afin de laisser quelque liberté au mouvement relatif des deux aiguilles.

Pour tracer géométriquement le changement de voie à aiguilles mobiles, il faut d'abord choisir l'angle de déviation *bac*, d'après les considérations basées sur le service auquel le changement de voie est destiné, sur sa position et la vitesse que pourront avoir les voitures en y entrant, sur l'écartement des essieux. Cette détermination fixe en même temps la longueur *ac*, car *bc* est une quantité à peu près constante pour tous les chemins, et formée, au minimum, de deux dimensions connues à l'avance : l'épaisseur du rail et l'écartement nécessaire pour le passage du boudin des roues. Nous représenterons

cet angle par sa tangente trigonométrique *bc*/*ac* ; en prenant comme exemple *bc* = 105 millimètres, *ac* = 4,50, on a pour la valeur de ce rapport environ 1/43 ; voici les nombres résultant des derniers changements de voie établis :

Changements de voie de Stephenson......	1/41
— du chemin d'Orléans..	1/40
— du chemin de Rouen........	1/43
— du chemin de Saint-Germain.	1/31

Dans certains cas cet angle peut être diminué : les chiffres ci-dessus donnent toujours l'inclinaison d'une voie sur l'autre après la bifurcation, et n'indiquent réellement la déviation à imprimer aux voitures, que si l'une de ces deux voies continue l'alignement du tronc commun. Si, au contraire, l'une dévie à droite, l'autre à gauche de l'alignement final, il est évident que la déviation réelle sera de moitié pour chacune ; mais cela arrive rarement.

Les parties des deux aiguilles n'étant pas en face l'une de l'autre, la partie *d'e'* sert pour les deux voies, de sorte que *d'e'* et *ab* ne sont pas parallèles, et que la légère déviation figurée par le rail *ab* dans un sens, diminue d'autant la déviation produite dans le sens opposé par *ac*. Ce sur-écartement des deux rails d'une même voie, limité par la distance entre les roues et par le jeu qui résulte de l'usure des cercles à rebords, ne doit pas dépasser généralement 50 millimètres.

D'après ce tracé, la ligne *deg* est brisée ; lorsqu'elle est parcourue par les voitures, la pointe *e* se trouve protégée du choc des roues et par le surécartement qui a lieu en ce point, et par l'aiguille *ac* qui, étant alors éloignée du rail *ab*, lui sert de contre-rail. Quant à la pointe *a*, elle est protégée par le contre-rail fixe, placé du côté opposé, et qui doit toujours être prolongé à une certaine distance à gauche du point *d*.

La ligne intérieure *ac* est rectiligne : l'épaisseur du rail détermine le point *h* à partir duquel et jusqu'au point *a* le rail et l'aiguille sont entaillés suivant une même ligne. Cette ligne se compose d'une tangente *mh* et d'un arc de cercle *am*, de 15 millimètres de diamètre, ayant son centre sur *ac*. On abat ensuite les angles de la pointe et on raccorde *mh* et *hc* par un arc de cercle à grand rayon. — Ce tracé n'est relatif qu'au plan supérieur de l'aiguille.

Au bas, et du côté opposé au rail, on laisse subsister le champignon ; l'aiguille a alors en coupe





la forme indiquée fig. 87 qui lui donne beaucoup de stabilité.

On s'oppose encore au déversement en faisant buter l'aiguille de *a* en *h* contre le rail, ainsi qu'il a été dit précédemment, et de *h* en *c* contre des tasseaux.

Sur une longueur de 25 à 30 centimètres et sur une épaisseur d'environ 1 centimètre, la pointe est garnie d'une mise d'acier.

Enfin, jusqu'à ce que l'aiguille ait repris toute l'épaisseur du rail, le plan du coussinet, sur lequel elle repose, est placé de 1 à 2 millimètres plus bas que le plan qui porte le rail, lequel supporte alors la plus grande partie du poids.

Il convient que ce plan de glissement soit horizontal et l'aiguille verticale, autant pour faciliter son mouvement que pour ne pas changer sa hauteur relativement au reste de la voie, et pour arriver facilement à la faire porter sans flexion sur tous les coussinets à la fois. Cela permet en outre, à cause du déversement du rail, de laisser 5 à 6 millimètres de fer de plus au champignon inférieur qu'il n'en aurait si le corps de l'aiguille était placé dans un plan parallèle à celui du rail.

On fait mouvoir les aiguilles au moyen d'un système de leviers à contre-poids et de tringles. L'axe des leviers doit être au moins à $1^{m},20$ du rail extérieur du chemin. Les paliers qui le portent sont boulonnés sur une pièce de bois bien assise dans

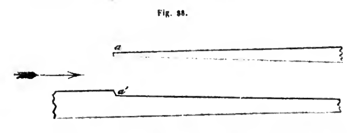
le sable et solidement reliée avec les traverses de la voie. Tout ce mouvement est posé dans une caisse en fonte qui sert à le garantir.

Quant à la rotation des aiguilles, on renonce au système qui consistait à compter uniquement sur la flexion de la pièce et sur le jeu des ajustements, et l'on adapte une charnière à axe vertical, qui relie l'aiguille soit avec le rail, soit avec le coussinet, soit enfin avec le contre-rail.

Dans le premier comme dans le troisième cas, le patin du coussinet doit être prolongé jusque sous la charnière afin de porter le talon de l'aiguille.

Le contre-rail tend à rapprocher le plus possible le boudin de la roue du rail, dont il est voisin, ou à l'écarter du rail opposé. Il faut donc, quand la voie droite est ouverte, que l'aiguille *c a* soit assez éloignée du rail pour n'être pas rencontrée par les roues arrivant dans le sens de la flèche.

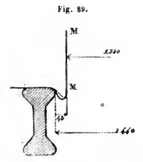
Fig. 88.



Tant que le matériel est neuf, les boudins des roues calées sur le même essieu sont tous deux au même instant très-rapprochés des rails, et il ne fau-

drait pour ainsi dire, outre les points *a* et *a'*, que l'épaisseur du boudin, plus l'épaisseur de l'aiguille. Mais plus tard, quand les jantes et les rails sont usés, la distance entre les roues étant maintenue la même, le rebord peut être de beaucoup écarté du rail.

Fig. 89.



Si, par exemple, on adopte les cotes de la figure et si l'on suppose que, après un certain temps de service, l'épaisseur du boudin soit réduite à 20 millimètres, le plan intérieur MM de la roue pourra s'écarter du rail de $2 \times (45\text{-}20) + 20 = 70$ millimètres, 15 millimètres étant l'épaisseur de la pointe de l'aiguille, $70 + 15 = 85$ millimètres sera le minimum de sa course, minimum qu'il faudra dépasser très-notablement. — Pour avoir négligé cette observation, applicable d'ailleurs à tous les genres d'aiguilles, on a souvent été obligé de remplacer les excentriques et axes coudés servant à transmettre le mouvement.

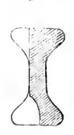
La pointe *e* n'est pas exposée au même danger de

choc, pourvu, toutefois, qu'elle se loge complétement dans l'entaille du contre-rail. La course de l'aiguille *g* doit être telle que, en enlevant peu ou point de fer sur l'angle *i*, le passage des roues s'effectue facilement sur le rail *d'f* de la voie oblique. Cela peut conduire à une nouvelle augmentation de la course de la grande aiguille.

Tout ce qui a été dit sur le tracé et sur les détails de construction de *ac* s'applique également à *eg*.

Au point *d*, le contre-rail doit arriver à 45 ou 50 millimètres du rail, afin de protéger efficacement la pointe *a*. Lorsque la voie oblique *ac* est ouverte, sa position en *e* est déterminée par la course de la petite aiguille, dont la ligne *eg* fixe également la direction du contre-rail dans cette seconde partie de sa longueur. A partir du même point *e*, la section doit présenter la forme suivante, nécessaire pour recevoir l'aiguille.

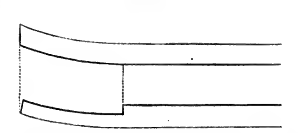
Fig. 90.



Indépendamment de la courbure figurée dans le plan horizontal, que l'on donne habituellement aux

extrémités des contre-rails, il convient de les courber aussi verticalement, de manière à les faire plonger dans le sable. Pour cela, on enlève à chaud la hauteur de la moitié du rail et on rabat l'autre moitié. Cette disposition facilite le passage des câbles de traction quand on remorque un train placé sur une voie avec une machine marchant sur une autre voie.

Fig. 91.



Il n'est nullement indispensable de placer le contre-rail à un niveau supérieur à celui des rails-coussinets. Le mode d'attache ordinaire est évidemment inadmissible lorsqu'une aiguille se meut à côté du rail; on le remplace par un boulon de 25 millimètres, à écrou très-long. Lors même que l'écartement de l'aiguille le permettrait, il faudrait réserver, pour les cas d'extrême urgence, le mode d'attache qui consiste à emboîter exactement le rail des deux côtés sans aucun moyen de serrage. Cela oblige à faire entrer le coussinet par l'extrémité du rail et à le faire glisser jusqu'à sa place.

Mais, tout en conservant l'assemblage à boulon

sur un ou deux coussinets près du talon de l'aiguille, on peut faire venir en dedans du rail des portées en fonte destinées, comme les tasseaux, à s'opposer au déversement. Ces portées devront monter au moins jusqu'à la moitié de la hauteur de l'aiguille.

Du côté de l'intérieur de la voie, il doit y avoir, *au minimum*, 45 millimètres entre le plan supérieur du rail et le point culminant du coussinet. La hauteur moindre que l'on a d'abord adoptée serait insuffisante avec les bandages actuellement employés.

Il faut multiplier les traverses sous les changements de voie et ne pas les espacer, par exemple, de plus de 90 centimètres d'axe en axe.

Généralement, pour introduire un rail dans les coussinets, il faut lui faire décrire un quart de révolution autour de son axe. Il serait peut-être bon de supprimer partout ce mode d'emmanchement en mettant une plus grande distance entre les nervures des coussinets et en se servant de coins plus épais; on pourrait alors descendre le rail ou le retirer des coussinets, quand ceux-ci sont fixés sur les traverses, par un simple mouvement de translation verticale. Mais cela devient absolument nécessaire dans le cas d'un rail disposé en ligne courbe ou brisée. Sans cette précaution, on ne peut parvenir à mettre en place un rail croche qu'en y consacrant beaucoup de temps et de travail, et même en burinant la fonte et le fer.

La distance entre les aiguilles et la pointe fixe ne dépend pas seulement du rayon de la courbe qui doit les raccorder; il faut de plus s'arranger de manière à souder et à couper le moins possible les rails. La marche à suivre consiste donc :

1° A calculer d'abord cette distance d'après la courbure qu'on veut adopter, et qui doit correspondre à un angle de croisement également choisi à l'avance;

2° A remplir ou plutôt dépasser un peu cette distance, au moyen de la combinaison de rails qui admet le moins possible de coupures et surtout de soudures, et à déterminer par conséquent;

3° A raccorder deux alignements au moyen d'un arc de cercle, dont on peut se procurer le rayon, ou au besoin par une droite et un arc de cercle. Le rayon de cet arc ne devra pas être inférieur à celui qui a été primitivement indiqué.

RAYON de LA COURBE.	LONGUEURS CALCULÉES	
	Entre la pointe mobile et la pointe fixe.	Entre la pointe mobile et le point où l'entre-voie a atteint 1.80.
150	20.73	44.36
200	23.95	51.26
300	29.35	62.84
400	33.91	72.41

Ces chiffres supposent que la pointe mobile représente la corde d'une portion de l'arc tangent à la

voie commune ; tandis que la déviation est en général beaucoup plus roide que celle qui serait donnée par l'ordonnée à la tangente de la courbe de raccord. Il faut tenir compte de cette déviation dans la troisième opération indiquée plus haut.

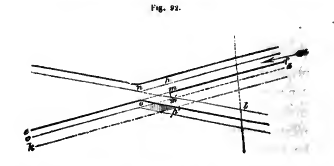
On a vu que dans le changement de voie les deux rails de la voie droite allaient en divergeant : si donc cette voie est rectiligne, ils devront ensuite converger l'un vers l'autre ; si elle est courbe, le rail *intérieur* devra être placé sur un cercle d'un rayon plus grand que le rail extérieur ; dans les deux cas il y aura à la suite des aiguilles huit à dix traverses présentant un sur-écartement. Le rayon de la courbe de raccord est limité en moins par la résistance que cette courbe oppose à la traction, en plus par la diminution corrélative de l'angle de croisement, diminution dont l'effet est d'augmenter la solution de continuité qui a lieu en ce point. La courbe de 200 mètres paraît être la plus convenable pour le croisement dans les grues : elle correspond à une pointe fixe dont l'angle est de $0^{m},12$ par mètre.

Dans les changements de voies qui doivent être parcourues à de grandes vitesses, il y a nécessité d'augmenter beaucoup le rayon de la courbe. On place au croisement une aiguille ou un contre-rail mobile.

De même que le changement de voie, le croisement est disposé pour être parcouru le plus souvent du talon à la pointe. L'extrémité *m* de la pointe fixe

a 15 millimètres d'épaisseur : la distance *n o*, jusqu'à laquelle les rails se rapprochent avant de se détourner pour former contre-rails, doit être le minimum indispensable pour le passage du boudin, afin

Fig. 92.



de réduire autant que possible la solution de continuité *o m*. On la fait égale à 4 centimètres. D'après la construction géométrique de la figure, il y a également 4 centimètres de *a n* à *p*, de *m'* en *p'*.

Considérons une roue marchant dans le sens de la flèche et s'appuyant par l'angle rentrant du cercle à rebord contre l'arête intérieure *f e* du rail. Quand la roue arrive en *m*, pour qu'elle ne tombe pas même d'une hauteur très-faible, car elle ne s'en relèverait qu'après un choc, il faut qu'elle porte déjà en *p'* sur le contre-rail. Cela est évidemment possible d'après la construction indiquée plus haut, puisque *m p'* ne dépasse guère 5 centimètres, surécartement qui a été déjà admis pour les changements de voie.

On protége la pointe fixe comme les aiguilles : 1° en plaçant un coussinet à son extrémité même ; 2° en garnissant cette extrémité d'une mise d'acier à angles arrondis et de 25 à 30 centimètres de longueur ; 3° en donnant 1 à 2 millimètres de surélévation aux contre-rails *np*, *op'* [1].

De plus, on doit placer entre le rail extérieur un contre-rail, porté au moins par les trois traverses correspondant aux coussinets *n*, *m*, *l*, en lui donnant un peu d'entrée dans les deux extrêmes relativement à celui du milieu ; s'il pouvait arriver que le croisement fût parcouru dans le sens opposé à la flèche, il serait très-bon de prolonger le contre-rail de 1 ou 2 mètres à gauche du coussinet *n o*. Quant aux contre-rails *np*, *op'*, ils paraissent être suffisamment prolongés lorsqu'ils sont portés par les deux coussinets *m l*. Leur stabilité est d'ailleurs bien assurée, puisqu'ils font corps avec les rails placés à gauche du coussinet *o*.

Le point *a* s'appelle *point mathématique ;* les lignes qui le déterminent par leur rencontre sont

[1] Par des raisons tout à fait secondaires, on a cru devoir augmenter beaucoup cette surélévation et la porter par exemple au delà de 12 millimètres dans le coussinet placé en *l*. Or la ligne extérieure du cercle à rebords se développant sur *kl*, cette ligne extrême portait seule pendant un moment tout le poids de la voiture, et finissait, non sans en être fortement altérée, par labourer le contre-rail sur toute la partie hachée, jusqu'à ce qu'il eût atteint le niveau convenable et que le poids fût réparti sur une assez grande surface.

interrompues jusqu'à ce qu'elles soient séparées de 15 millimètres d'un côté ($m\ m'$) et de 40 de l'autre ($n\ o$). La longueur $a\ m + a\ n$ serait la même si m et n étaient du même côté du point a : de plus, il est facile de voir qu'on formerait une seule longueur égale à la somme $a\ m + a\ n$, si, partant du sommet a de l'angle, on arrêtait les deux côtés aux points où ils sont distants de $40 + 15 = 55$ millimètres. Si donc l'angle de la pointe fixe est de 0,11 par mètre, la longueur $m\ o = \frac{0.055}{0.11} = 0.50$, pour une pointe de 0.15 $m\ o = \frac{0,055}{0.15} = 0.3666$.

On conçoit que la pointe fixe sera d'autant plus fatiguée qu'elle sera plus isolée : au contraire, si les efforts auxquels elle est soumise sont reportés sur une certaine longueur de voie, elle s'usera peu, elle conservera son niveau, et le passage du croisement sera insensible comme dans tous les chemins bien construits. Il est donc de la plus haute importance de relier très-solidement tout cet ensemble de rails et contre-rails, d'arriver à obtenir et à maintenir une pose très-exacte ; un des moyens les plus efficaces de consolider la pointe fixe, et surtout de la garantir contre le déversement, c'est de lui donner une grande longueur ; elle forme alors un triangle dont la base maintient la verticalité de l'ensemble. La longueur dans les derniers exemples que l'on puisse citer avait de 3 à 4 mètres pour la plus petite

branche et de $3^m,50$ à $4^m,50$ pour la plus grande.

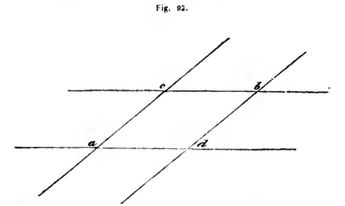
Jusqu'à ces derniers temps, à part quelques rares exceptions, les deux rails formant la pointe étaient soudés ; cette opération eût été difficile pour de grandes longueurs de rails : on la remplace par un assemblage fait à froid, pour lequel cette difficulté n'existe plus, qui peut être exécuté avec beaucoup plus de précision, et auquel on parvient à donner une rigidité suffisante.

La pointe est formée par un seul rail jusqu'à 45 à 50 centimètres de son extrémité ; à ce point le champignon est entaillé pour découvrir complétement le corps vertical sur lequel s'applique le deuxième rail. Pour les réunir d'une manière très-solide et remplacer le mieux possible la soudure sous ce rapport, il convient de maintenir d'abord l'assemblage au moyen de deux ou trois vis, puis de percer de nouveaux trous dans les deux pièces n'en formant plus qu'une, d'y placer des goujons tarandés, dont le filet doit serrer autant que possible dans l'écrou, et d'enlever ensuite toute tête saillante ; il résulte de là que cet assemblage ne peut être défait et que pour remplacer une pointe il faut démonter tous les coussinets qui ne prennent qu'une seule des deux branches. C'est un inconvénient ; mais la solidité exige cette condition.

Quand une voie en traverse une autre, comme cela arrive à la bifurcation d'un chemin à deux voies, et quelquefois aussi dans les gares, cela

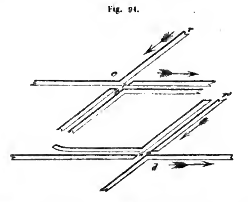
donne lieu à quatre points de croisement : deux, *a* et *b*, dans lesquels les deux rails qui se rencontrent

Fig. 93.



sans interruption forment un angle aigu; et deux, *c* et *d*, exactement en face l'un de l'autre, et dans lesquels ce même angle est obtus.

Fig. 94.



Chacune des extrémités de rails *m*, *n*, *o*, *p* peut

être considérée comme une pointe fixe en une seule pièce, à laquelle on peut appliquer tout ce qui a été dit précédemment.

On a employé divers moyens pour se mettre en garde contre le déraillement : le plus simple, usité sur la ligne d'Orléans, et qui nous paraît suffisant pour le croisement dans les gares, consiste dans l'emploi de deux contre-rails croches longeant chacun deux pointes fixes *m p*, *n o*, et se rapprochant le plus possible des angles *c* et *d*, c'est-à-dire à 40 ou 45 millimètres.

Les pointes qui risquent le plus sont toujours celles qui se présentent en face des convois; lors donc qu'un sens de parcours sera spécialement affecté à chacune des deux voies, on saura d'avance quelles sont les pointes les plus exposées et pour lesquelles il faut prendre le plus de précautions. Ces précautions consistent généralement dans un simple allongement du contre-rail, placé du côté opposé à la pointe fixe, et qui la précède dans le sens de la marche des trains. D'après cela, les deux voies devant être parcourues dans le sens des flèches, il faudra donner une grande longueur aux deux branches du rail croche voisin de l'angle *d*.

On protége plus efficacement les pointes en les rendant mobiles : mais ce moyen, qui est beaucoup plus coûteux, devra toujours être réservé pour les cas de parcours à grandes vitesses; on trouve une réunion judicieuse de ces deux moyens à Colombes,

au croisement de la voie de retour de Saint-Germain par la voie de départ de Paris pour Rouen.

La disposition employée au chemin de Saint-Germain, devant les ateliers des Batignolles et à l'embranchement qui conduit à la carrière de la Folie, près Nanterre, est bonne et moins coûteuse; mais elle participe, quoiqu'à un faible degré, des inconvénients que nous avons signalés pour les changements de voie à rails mobiles.

Observations. Quand l'angle de croisement tend à se rapprocher de 90°, il se présente un inconvénient qui n'existe pas dans les divers cas déjà examinés, c'est que la solution de continuité ne peut plus être évitée par le contre-rail : il y a un instant pendant lequel la roue ne porte pas. Cela arrive, par exemple, dans les plaques tournantes, sur lesquelles il y a deux tronçons de voie à angle droit; et là encore cet inconvénient s'aggrave de la difficulté qu'il y a, dans les constructions de plaques tournantes jusqu'ici usitées, à relever ou à remplacer les parties usées par le choc. Or, le choc est inévitable chaque fois qu'une roue passe sans intermédiaire sur deux rails distants de quelques centimètres; faible d'abord, il augmente bientôt d'intensité dès que les points voisins de l'interruption du rail ont un peu baissé de niveau.

Quand on ne pourra pas éviter ces croisements à angles droits, nous conseillons de réduire à son minimum la solution de continuité, de garnir d'a-

cier les portions de rails qui en sont voisines; enfin, de se réserver un moyen facile de relever ou de remplacer, au besoin, ces portions de rails.

APERÇU

DES PERFECTIONNEMENTS APPORTÉS, PENDANT LA PUBLICATION DE CET OUVRAGE, A LA PARTIE DU MATÉRIEL DES CHEMINS DE FER DONT IL RENFERME LA DESCRIPTION.

Les dimensions des voies et entre-voies n'ont subi aucune modification importante. Largeur des voies.

En France, sur toutes les nouvelles lignes, la voie aura $1^m,50$ de largeur, et l'entre-voie $1^m,80$.

Une commission a été nommée par le gouvernement anglais pour examiner la question de savoir quelle était la largeur de voie la plus convenable. Le rapport de cette commission a été publié dans le *Journal des Chemins de fer*, numéro du 28 février 1846. Voici quelles en sont les conclusions :

1° L'élargissement de la voie ne présente aucun avantage, en ce qui concerne la sûreté et le confort des voyageurs;

2° On peut, avec de larges voies, atteindre de plus grandes vitesses qu'avec les voies ordinaires; mais il y aurait danger à dépasser le maximum de vitesse obtenu sur les voies ordinaires avec des chemins construits comme le sont les chemins actuels;

3° La voie ordinaire est préférable pour le trans-

port des marchandises, elle est mieux appropriée aux exigences du commerce;

4° L'usage des larges voies nécessite de plus grandes dépenses d'établissement, et la réduction qui en résulterait dans les frais d'entretien ou de locomotion ne paraît pas être de nature à compenser l'accroissement des premiers frais;

5° Il est très-important que, dans un même pays, la largeur de la voie soit uniforme. On éprouve de grands inconvénients des différences dans la largeur des voies du chemin de Bristol et du chemin de Glocester;

6° La commission ne voit aucune raison pour opérer un changement dans la largeur de la voie la plus ordinaire, largeur qui est de 1^m,44 (1^m,50 pour la France).

Le développement des chemins de fer avec 1^m,44 de largeur de voie est, en Angleterre, de 3,054 kilomètres, tandis que celui des chemins de fer avec voie plus large n'est que de 440 kilomètres.

Étendue des gares.

L'expérience a conduit assez généralement à augmenter les dimensions des gares, surtout celles des gares de marchandises.

Ce n'est qu'à l'aide de gares suffisamment vastes que l'on parviendra à organiser le service des marchandises sur le chemin de fer avec toute l'économie dont il est susceptible, et à soutenir ainsi la lutte contre les canaux.

Éboulement des talus.

D'importantes observations ont été faites sur l'é-

boulement des parois des tranchées, et sur les moyens de les prévenir. Elles ont été consignées dans le ***Mémoire sur les éboulements***, traduit de l'anglais, que nous avons inséré aux Documents.

On s'occupe beaucoup en ce moment (janvier 1846) des procédés à employer pour assurer la conservation des traverses en bois. Nous publions plus loin une note sur ces procédés. **Procédés de conservation des bois.**

L'opinion si longtemps favorable aux rails à double champignon commence enfin à se modifier. **Avantages des rails à simple champignon sur ceux à double champignon.**

L'expérience ayant prouvé que, l'un des champignons étant usé, il est impossible de retourner le rail sens dessus dessous, un grand nombre d'ingénieurs accordent aujourd'hui la préférence au rail à simple champignon.

Voici ce que nous écrit, à cet égard, M. Prisse, ancien élève de l'École centrale des arts et manufactures, ingénieur en chef du chemin des Flandres occidentales :

« Nous sommes revenus d'Angleterre, M. Cabry et moi, tout à fait convertis au système de rails que vous avez adopté depuis longtemps. Je partageais déjà votre manière de voir ; mais M. Cabry était partisan des rails à double bourrelet symétrique. Nous avons vu des rails pesant jusqu'à 82 livres par yard, mais ce ne sont pas ceux que nous avons trouvés les meilleurs. Depuis notre retour, on a adopté un rail analogue aux vôtres, pour une four-

niture de 6,000 tonneaux, qui a été adjugée dernièrement pour notre chemin de fer. »

Nous apprenons, d'autre part, que sur le chemin de Grande-Jonction, on remplace les rails usés par des rails à simple champignon.

Sur le chemin d'Avignon à Marseille, c'est aussi un rail à simple champignon qui a été adopté, et M. Gervoy nous a montré le modèle d'un rail du même genre, qu'il projetait pour le chemin de Tours à Nantes.

La surface de roulement des nouveaux rails est toujours plus ou moins bombée.

Poids des nouveaux rails.

On emploie généralement, pour les nouveaux chemins destinés à un service très-actif, des rails du poids de 37 kilogrammes par mètre courant. Sur le chemin d'Orléans à Vierzon, on leur a donné jusqu'à $5^m,50$ de longueur.

Il est nécessaire que les rails soient très-résistants, pour supporter le poids des lourdes machines en usage aujourd'hui; mais il resterait à savoir si les rails les plus massifs sont toujours les plus résistants. Il est hors de doute que, la qualité du fer et la forme du rail étant les mêmes, les rails de plus grande dimension sont les plus solides; mais, le poids du rail augmentant, la fabrication devient plus difficile, et la qualité du fer peut en souffrir.

Sur le chemin du Nord, où les rails, du poids de 30 kilogrammes, ne reposent que sur quatre traverses, on se propose d'ajouter un cinquième appui.

Remarque sur les procédés de fabrication des rails.

Certaines usines, celle d'Hayange, par exemple, continuent à former comme anciennement, contrairement aux prescriptions de presque tous les cahiers de charges, l'assise supérieure des trousses de deux plaques juxtaposées. Les rails sortis de cette usine ont une excellente réputation, mais il y a trop peu de temps que l'on en fait usage sur de grandes lignes, et l'attention des ingénieurs n'a pas encore été suffisamment appelée sur leur manière de se conduire à l'usage pour que l'on puisse, dès à présent, déclarer qu'ils ne sont pas, comme ceux fabriqués de la même manière dans d'autres établissements, sujets à se fendre longitudinalement, après avoir résisté pendant un certain temps.

Quoi qu'il en soit, du reste, nous pensons qu'on ne saurait autoriser le mode de fabrication usité à Hayange, que dans quelques cas exceptionnels pour certaines usines dont les fers sont reconnus comme très-soudants ; et encore faudra-t-il alors exercer une très-grande surveillance sur la fabrication, car des fers très-soudants peuvent se souder fort mal, si les fours ne chauffent pas suffisamment, si les laminoirs fonctionnent mal, etc., etc. Ce n'est pas là notre opinion seulement, mais aussi celle de plusieurs ingénieurs expérimentés que nous avons consultés.

Remarque sur la tolérance à accorder pour la longueur des rails.

Les cahiers de scharges n'accordent généralement qu'une tolérance de deux millimètres pour la longueur des rails. Cependant M. Senez, ingénieur des



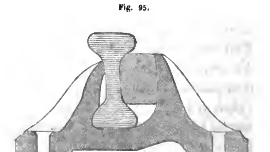
mines, chargé de la réception des rails par plusieurs Compagnies à l'usine de Decazeville, pense qu'il est impossible au fabricant de se maintenir dans ces limites. Il voudrait qu'on lui accordât une tolérance de *cinq* millimètres. Il y aurait à examiner si l'opinion de M. Senez est bien fondée, et, dans le cas où elle le serait, s'il conviendrait de modifier la rédaction du cahier de charges; car il ne faut pas qu'il renferme des conditions d'une exécution impossible ou par trop onéreuses pour le fabricant.

Sur la forme des nouveaux coussinets.

L'usage de placer les trous des chevillettes sur une ligne oblique à la longueur de la traverse, comme au chemin de Douvres, a prévalu sur les chemins d'Orléans à Vierzon, Amiens à Boulogne, et Hazebrouck à Fampoux.

Sur le chemin de Montereau à Troyes on fera usage de chevilles en bois.

Fig. 95.



La semelle des nouveaux coussinets est généralement évidée, comme l'indique la fig. 95, qui re-

présente la coupe du coussinet du chemin d'Hazebrouck.

Sur le chemin d'Orléans à Vierzon, Amiens à Boulogne et Hazebrouck, on donne au fond du coussinet l'inclinaison que doit avoir le rail vers l'axe de la voie, comme nous avons conseillé de le faire page 186.

Le changement de voie exclusivement en usage aujourd'hui est le changement du chemin d'Orléans représenté pl. D_{13}. La note rédigée par M. Meyer, que nous avons publiée dans notre dernière livraison, fournit les renseignements nécessaires pour le montage de cet appareil. Sur les changements de voie.

Pour les plaques tournantes dont le diamètre ne dépasse pas $4^{m},20$, on adopte assez généralement, aujourd'hui, un modèle de plaques anglaises analogue à celui de la grande plaque du chemin de Londres à Birmingham, représentée pl. E_8. On remarque dans les nouvelles plaques cette seule différence, que la partie inférieure de la cuvette en fonte est coulée d'une seule pièce, ce qui la rend moins sujette aux dérangements. On se sert aussi de plaques à colonnes du genre de celles gravées pl. E_{17}, E_{18}. Sur les plaques tournantes.

Pour les plaques de plus grand diamètre, on adopte différents modèles représentés pl. E_{15}, E_{16}, E_{17}.

Les voitures construites pour les nouvelles lignes de chemins de fer en France diffèrent peu de celles du chemin de Rouen. Sur les voitures.

Celles de première et de deuxième classe, que l'on construit en ce moment (janvier 1846) pour le chemin du Nord, n'en diffèrent que par leurs dimensions et par la disposition des ressorts.

Les caisses de berline ou de voiture ont 1^{m},75 de hauteur dans l'intérieur, 2^{m},40 de largeur et 5^{m},45 de longueur. Elles sont aérées par de petits volets comme la caisse anglaise représentée page 409.

Les caisses de waggons de deuxième classe ont dans l'intérieur, 1^{m},75 de hauteur, 2^{m},30 de largeur et 5^{m},45 de longueur.

Les voitures de troisième sont couvertes, mais elles ne sont fermées sur les côtés que par des rideaux, et elles ne sont pas garnies.

L'ingénieur du chemin d'Avignon à Marseille paraît être dans l'intention de n'employer que des voitures à six roues. Il prétend que, pour des transports à grande vitesse, elles conviendraient mieux que celles à quatre.

On remplace enfin, sur plusieurs lignes, le bronze des coussinets par le métal anti-friction, alliage dont la composition nous est inconnue.

NOTE SUR LA PRÉPARATION DES BOIS.

L'attention des ingénieurs de chemins de fer se portant depuis quelque temps sur les procédés de conservation employés ou proposés pour la conser-

vation des traverses, nous avons cru devoir recueillir quelques renseignements sur leur plus ou moins d'efficacité. Nous allons en présenter le résumé.

M. Payen, membre de l'Académie des sciences, énumère de la manière suivante, dans le cours qu'il professe au Conservatoire des arts et métiers, les causes d'altération des bois :

1° L'altérabilité des matières animales qu'ils renferment ; Causes de destruction des bois.

2° La faible cohésion de leurs parties ;

3° Leur composition quaternaire. On sait que plus un corps renferme d'éléments dans sa constitution, plus il se décompose facilement ;

4° L'oxygène de l'air, la chaleur, l'humidité ;

5° Les matières azotées que le bois renferme ;

6° Les insectes, tels que les termites et les tarets. Les charpentes des ports de Rochefort et de la Rochelle, surtout, ont souffert considérablement de la présence de ces insectes.

On a employé ou proposé d'employer pour la conservation des bois : Réactifs employés pour la conservation.

1° La créosote ; 2° le tannin ; 3° le bi-chlorure de mercure ou sublimé corrosif ; 4° l'acide arsénieux ; 5° l'acide pyro-ligneux et le goudron ; 6° la glu marine ; 7° le sel marin ; 8° les pyro-lignites de plomb et de fer ; 9° le sulfate de protoxyde de fer ; 10° le sulfate de cuivre ; 11° le sulfate et le chlorure de zinc ; 12° les acides en général et les

sels acides; 13° les alcalis; 14° les matières grasses en général; 15° les résines.

Avantages et défauts des réactifs.

La créosote est très-efficace, mais elle est trop coûteuse.

L'acide pyro-ligneux et le goudron, contenant une grande quantité de créosote, agissent à peu près de la même manière, mais avec moins d'énergie.

Les matières grasses, en général, et les résines surtout, produisent un excellent effet, mais elles sont d'un prix trop élevé.

M. Bourdon, de Dunkerque, annonce avoir employé le tannin avec avantage pour la conservation du bois. Comment se fait-il cependant que le cuir tanné ne soit pas à l'abri de la moisissure?

Dans le doute, nous croyons qu'on ne saurait conseiller le tannin pour la conservation des traverses des chemins de fer, tant qu'il n'aura pas été fait en grand et pendant un laps de temps suffisant de nouvelles expériences qui en démontreraient l'efficacité.

Le sublimé corrosif paraît être de tous les réactifs le meilleur. On l'a employé avec avantage pour la conservation des traverses sur la plupart des chemins de fer d'Angleterre. Quoique soluble isolément, il devient insoluble lorsqu'il s'est combiné avec l'albumine des substances ligneuses. C'est, d'ailleurs, un poison très-violent qui détruit tous

les insectes. Malheureusement le prix en est devenu excessivement élevé.

L'acide arsénieux est d'un emploi dangereux pour les ouvriers.

Le sel marin conserve parfaitement les boisages de mines, mais il est coûteux, et absorbe l'eau dans les lieux très-humides.

Le sulfate de protoxyde de fer, toujours acide, attaque les fibres du bois et les désagrége. Il en est de même de tous les sels acides, et à plus forte raison des acides.

Les alcalis dissolvent bien les matières azotées des bois, mais aussi il en désagrégent les fibres, et, de plus, ils forment des dissolutions visqueuses qui obstruent les conduits.

Les chlorures de *calcium* et de *magnesium* peuvent être employés avec avantage pour conserver les bois flexibles, mais ils sont déliquescents.

On ne se sert de borates et de phosphates d'ammoniaque que pour garantir les bois contre l'incendie.

Le sulfate de cuivre paraît être un des réactifs les plus convenables.

Il forme dans le bois un composé insoluble. Il n'est pas déliquescent. Il n'est pas très-coûteux.

Ce sel ne présente aucun danger pour la santé des ouvriers.

Il n'est pas acide comme le sulfate de protoxyde



de fer, et par conséquent n'attaque pas les fibres du bois.

Le sulfate de cuivre est, d'ailleurs, un poison funeste aux insectes.

Les propriétés du sulfate de zinc ont beaucoup d'analogie avec celles du sulfate de cuivre; ce sulfate est aujourd'hui un des plus économiques.

Méthodes employées pour pénétrer le bois de réactifs.

La pénétration des bois par les réactifs s'opère de différentes manières.

Tantôt on introduit le réactif au moyen des agents naturels, tels que la force végétative, tantôt au moyen d'agents mécaniques, ou par simple immersion.

On ne peut introduire le réactif au moyen de la force végétative qu'en le faisant agir sur les arbres encore sur pied ou sur des arbres fraîchement coupés. La disposition des appareils en usage lorsqu'on procède de cette manière est décrite dans le *Résumé du Cours de Chimie organique* de M. Payen, publié par MM. Knab et Leblanc, ouvrage auquel nous renvoyons.

Le procédé de M. Payen consistant à introduire le liquide par pression est plus simple. Il est également décrit dans le Résumé du Cours de ce professeur.

Enfin, un troisième procédé, pour imprégner les bois de substances conservatrices, celui de M. Breant, consiste à placer la pièce de bois dans un cylindre en fonte, à faire le vide dans ce cylindre pour

faire dégager l'air des pores du bois, et à fouler le liquide conservateur dans le bois au moyen d'une pompe.

Le bois traité par ce dernier procédé est mieux pénétré de liquide que dans le cas où l'on fait usage de l'un ou de l'autre des deux premiers, mais l'opération est très-dispendieuse.

Prix coûtants de la pénétration des bois.

Les tableaux suivants, empruntés au Cours de M. Payen, indiquent les prix coûtants de la pénétration des bois, pour des troncs longs de 6 à 7 mètres et du diamètre de 32 centimètres.

Pin, sapin, 120 à 130 litres. Chêne, peuplier, 100 à 110 litres.

Pyro-lignite de fer des forêts de Choisy, 100 kilogrammes à 5°, à 1 fr. 50 cent. les 100 kilogrammes.... =	1 fr.	50 c.
Pyro-lignite de plomb solide, 5 kilogrammes à 78 fr. les 100 kilogrammes................ =	3	50
Acide pyro-ligneux, 40 kilogrammes, à 7°, à 10 fr. les 100 kilogrammes................ =	4	»
Eau de goudron (rendue), 25 kilogrammes, à 12 fr. les 100 kilogrammes..................... =	3	»
Bi-chlorure de mercure, 0k,8009, à 13 fr. le kilog. =	10	»
Sulfate de zinc, 5 kilogrammes................ =	70	»
Sulfate de fer, 5 kilogrammes + 50 litres d'huile. =	90	»
Galipot brut des Landes, 100 kilogrammes, à 10 fr. le kilogramme.......................... =	10	»
Sulfate de cuivre.......................... =	90	»

OBSERVATIONS NOUVELLES

SUR LES DIFFÉRENTS SUJETS TRAITÉS DANS CET OUVRAGE.

La plus grande partie des observations qui suivent sur le matériel sont extraites de notes recueillies par M. Edwards, ingénieur en chef du matériel du chemin de fer de Paris à Strasbourg, dans un voyage qu'il a fait en Angleterre, en novembre et décembre 1846.

Hauteur et largeur des ponts sur le chemin de fer.

Nous avons fait mention, page 22 du *Portefeuille*, d'un article du cahier des charges des chemins de Rouen et d'Orléans, qui, lorsque le chemin de fer doit passer sous une route royale ou départementale, ou sous un chemin vicinal, fixe l'ouverture du pont, entre les culées, à $7^m,40$ au minimum, et la distance verticale entre l'intrados et le dessus des rails à $4^m,30$.

La hauteur minima de $4^m,30$ ne présente aucun inconvénient pour les ponts en maçonnerie dont la voûte est en arc de cercle, avec des flèches de 1/6 à 1/7, comme pour les ponts avec fermes en fonte ou en charpente, mais il n'en est pas ainsi pour les ponts en maçonnerie à plein cintre.

Avec cette hauteur minima, en effet, il n'est pas

possible d'ouvrir entièrement les portières de gauche des voitures de voyageurs.

D'un autre côté, les siéges des conducteurs de trains doivent être réduits à de très-petites dimensions, et même avec ces dimensions l'angle extérieur vient passer à 0m,05 seulement du parement de maçonnerie.

On est gêné, enfin, pour l'arrimage des marchandises encombrantes sur les plates-formes ou waggons, et pour les transports des voitures de roulage sur trucks.

Ces inconvénients ont paru assez graves pour déterminer diverses Compagnies à porter à 4m,60 la hauteur de l'intrados au-dessus des rails extérieurs, pour les ponts en maçonnerie à plein cintre des routes ou chemins passant au-dessus du chemin de fer, ce qui donne 5m,50 de hauteur au-dessus des rails dans l'axe du pont.

Cette augmentation de 0m,30, pour la hauteur des ponts dans ce système, permet d'ouvrir entièrement les voitures de voyageurs et fait disparaître les autres inconvénients indiqués ci-dessus.

Inconvénients des banquettes établies sur les talus des tranchées.

L'Administration des ponts et chaussées a fait établir sur les talus des tranchées du chemin de fer du Nord des banquettes de trois mètres en trois mètres. Elle reconnaît aujourd'hui que ces banquettes, retenant les eaux, sont plus nuisibles qu'utiles. Elles ne contribueraient réellement à soutenir les parois de la tranchée qu'autant que l'on

creuserait des fossés dans toute leur longueur, et que les fossés, à différentes hauteurs, seraient mis en communication par des rigoles.

Cette opinion a été soutenue aussi par plusieurs habiles ingénieurs anglais (Voir le Mémoire sur les éboulements).

Procédés pour la conservation des bois.

On s'occupe toujours beaucoup en Angleterre des procédés pour la conservation des bois.

La préparation par le sublimé corrosif (procédé de Kyan), généralement préférée il y a quelques années, est aujourd'hui abandonnée. Quelques ingénieurs, au nombre desquels se trouvent MM. Bidder et Gooch, prétendent même que le sublimé ne prolonge pas la durée du bois de plus d'une année.

Insuffisance de la simple immersion.

C'est une opinion généralement répandue que la simple immersion du bois dans un réactif quelconque est insuffisante. Il est nécessaire de faire pénétrer le liquide dans l'intérieur du bois par compression, par aspiration ou par tout autre moyen. Nous donnons à la suite de cet article sur la conservation des bois le procès-verbal d'expériences faites au chemin de fer de Saint-Germain, pour constater le degré de pénétration obtenu par la simple immersion.

Préférence accordée à la créosote.

La créosote est le réactif auquel les ingénieurs anglais les plus célèbres, Stephenson, Brunel, Bidder, Cubett, etc., donnent la préférence.

Le chêne en absorbe une plus grande quantité que le sapin. L'usage de ce réactif pour préparer les traverses en chêne deviendrait donc très-coû-

teux dans les pays où l'on ne peut se procurer la créosote qu'à un prix élevé. En Angleterre on n'emploie guère que des traverses en sapin. Si quelquefois on emploie du bois de chêne, ce bois provenant des forêts de la Baltique est de très-médiocre qualité.

Les sapins du Nord de bonne qualité, employés pour traverses en Angleterre, ne paraissent pas durer plus de trois ans, quand ils n'ont pas été préalablement préparés.

On emploie aussi quelquefois en Angleterre des traverses en mélèze. Ces traverses, même sans avoir été préparées, durent de douze à quatorze ans (Booth).

Brunel et Stephenson s'accordent pour déclarer qu'en préparant les traverses par la créosote, on peut employer des bois de qualité inférieure, tels, par exemple, que certains pins d'Ecosse à tissu grossier et lâche. C'est aussi l'opinion de M. Henner, chargé spécialement de la préparation des bois sur le chemin de Bristol. Il a fait sur ce chemin un grand nombre d'expériences qui lui ont toujours donné de bons résultats avec des bois créosotés, quelle que fût leur provenance.

La créosote impure, employée en Angleterre pour la préparation des traverses, est extraite du goudron de houille (coaltar), produit des usines à gaz. On retire de 33 à 40 de créosote environ de 100 de goudron. Le résidu est pour ainsi dire sans valeur.

Le goudron coûte en Angleterre de 1 d. à 1/2 d. (10 à 15 centimes) le gallon (4 litres 54). Lorsqu'il coûte 1 d., la créosote revient à 3 d. 1/2.

Cinquante pieds cubes de bois en absorbent cinquante gallons.

Procédé employé en Angleterre pour créosoter le bois.

Parmi les procédés en usage pour créosoter les bois, on emploie assez généralement en Angleterre le suivant.

On remplit de bois un grand cylindre en fonte dans lequel on fait passer de la vapeur pendant un certain temps; cette vapeur, en amollissant le bois, facilite la sortie de la séve, et en se condensant produit un vide partiel, que l'on rend plus complet par l'action de pompes à air. On met alors le réservoir en communication avec un bassin rempli de créosote chauffée à 90° Fahr. Ce réactif s'introduit naturellement dans les pores du bois vides d'air. On le foule ensuite au moyen de pompes foulantes, agissant sous une pression de 150 livres par pouce carré, soit environ 10 atmosphères. Le bois reste sous l'influence de cette pression pendant trois heures. Après cet intervalle de temps on fait circuler le liquide, on retire le bois préparé, on introduit une nouvelle quantité de traverses dans le cylindre. De cette manière on passe trois charges en vingt-quatre heures.

Quelquefois aussi on ne fait pas le vide dans le cylindre, on ne chauffe que faiblement la créosote, en opérant sous une pression de 8 atmosphères, et on laisse les traverses séjourner huit heures dans le

réactif. Le premier procédé est préférable. On trouve que l'augmentation du poids des traverses est d'environ 9 livres par pied cube.

Lorsque la créosote est rare, on y mêle moitié de son poids de pyrolignite de fer et d'eau.

On reproche aux dissolutions métalliques de diminuer l'élasticité des bois et de les rendre plus sujets à se fendre.

Longue durée du chêne de bonne qualité non préparé.

Les traverses en chêne *de bonne qualité, purgées d'aubier* et *bien enveloppées de balast*, paraissent durer fort longtemps.

M. Bergeron, ingénieur en chef du chemin de fer de Versailles (rive gauche), a bien voulu, à notre demande, examiner les traverses de ce chemin, posées il y a environ huit ans.

Voici ce qu'il nous écrit à ce sujet.

« Toutes les traverses, composées de bon bois de chêne sans aubier, ont parfaitement résisté, malgré le mauvais état de la voie, où on ne laisse jamais que quelques centimètres de balast au-dessus du bois. J'ai pu me convaincre par moi-même que toutes les traverses bien enterrées, celles surtout qui reposent sur le sable un peu gras de la tranchée de Saint-Denis, sont *en aussi bon état que le jour où on les a employées*.

« Sur les remblais de Vanves et de Clamart, composés de débris de carrières, les traverses ne se sont pas conservées aussi bien que dans le sable

gras, qui s'oppose à la fois au passage de l'eau et de l'air.

« Je pense que le bon état des traverses dépend aussi de la bonne qualité des chênes que l'on a employés.

« Voici, du reste, quelques notes recueillies en 1846 sur le nombre de traverses remplacées depuis l'ouverture du chemin en 1839.

« De Paris à Clamart, sur une longueur de 14,750 mètres, on a remplacé 50 traverses environ. La plupart ont été mises à la réforme, parce qu'elles s'étaient fendues dans la longueur suivant les trous des chevillettes, ou n'étaient composées que d'aubier entièrement décomposé. Le chef poseur déclare que sur cette section 40 nouvelles traverses environ devront être bientôt renouvelées.

« De Clamart à Bellevue, sur une longueur de 3,127 mètres, il n'y a eu que 15 traverses de remplacées, et on en compte 30 environ en mauvais état.

« De Bellevue à Chaville, le trajet étant de 4,100 mètres, 10 traverses ont été remplacées, 20 sont en mauvais état.

« De Chaville à Versailles (4,900 mètres), 8 traverses seulement ont été remplacées, 20 devront être bientôt renouvelées. »

Il faut ajouter à ces notes de M. Bergeron, que, sur le chemin de Versailles (rive gauche), les traverses, avant d'être employées à la pose définitive,

avaient servi pendant deux ans aux travaux de terrassement et qu'on les avait fort peu ménagées.

Si un grand nombre dans la première section se sont trouvées fendues, cela tient à ce qu'ayant généralement de $2^m,20$ à $2^m,40$ de longueur, elles étaient trop courtes.

L'un de nous, M. Polonceau, a fait sur les traverses du chemin de Bâle à Strasbourg les mêmes observations que M. Bergeron sur celles du chemin de Versailles (rive gauche). Toutes celles qui se trouvaient bien enveloppées de sable se sont parfaitement conservées.

Voici enfin une note qui nous a été communiquée par M. Eugène Flachat, ingénieur en chef du chemin de Saint-Germain, note résumant les résultats de nombreuses expériences faites sur l'immersion des bois de sapin dans le sulfate de cuivre. Expériences sur l'immersion des bois.

« Les bois étaient immergés dans de grandes bâches en bois, contenant des dissolutions de sulfate de cuivre, dans la proportion de 18 kilogrammes par mètre cube d'eau, et devaient y rester 48 heures par pouce d'épaisseur.

« Les pièces de sapin et chêne, sur lesquelles les expériences ont été faites, sont restées huit jours, quatre jours et deux jours. J'ai éprouvé la pénétration avec le cyanure ferroso-potassique qui révèle, par une coloration rose, les moindres traces de cuivre.

« Des pièces de sapin de Riga, restées huit jours dans la dissolution, étaient complétement pénétrées

dans toutes les parties d'aubier. Le bois vif, au contraire, ne l'était que sur une épaisseur de 0m,001. Toutefois le sel de cuivre paraissait s'être introduit dans toutes les fissures.

« Des sapins de France, de mêmes dimensions que ceux de Riga, présentaient les mêmes phénomènes, le temps de l'immersion ayant été également de huit jours.

« Des sapins restés quatre jours seulement en immersion, paraissaient pénétrés dans l'aubier aussi complétement que les pièces restées huit jours. Le bois vif immergé directement est pénétré sur une profondeur tellement faible, qu'il est même difficile de l'apprécier. Le bois vif, au contact d'aubier pénétré, ne paraît en aucune manière avoir absorbé le sel.

« Les opérations ayant été faites sur un grand nombre de pièces, conduisent à cette conclusion : que, pour le sapin, une immersion de quatre jours a été suffisante, puisque l'aubier et les fissures paraissent complétement pénétrés, et que, pour un temps plus long, l'augmentation de pénétration des bois vifs n'est point sensible, du moins dans l'espace de huit jours.

« Des pièces de chêne de 0m,20 d'épaisseur, devant rester quatorze jours, selon la règle ci-dessus énoncée, n'ont été laissées dans le bain que trois jours. L'aubier est cependant bien pénétré. Quant au bois vif, la surface seule semble avoir subi une

modification qui tient probablement à la formation d'un tannate. Il est remarquable que l'aubier n'est que peu coloré par l'immersion, tandis que le cœur du bois est teint en noir.

« Les pièces de chêne qui forment le platelage du pont du Pecq ne sont restées que deux jours en immersion, tandis qu'il en eût fallu six. Certaines pièces ont l'aubier complétement pénétré. Ainsi, j'ai observé la pénétration jusqu'à $0^{m},05$; mais sur un grand nombre elle est très-imparfaite. L'immersion n'a donc point été assez prolongée.

« Il résulte pour moi de ces essais et d'autres faits aux ateliers sur des semelles de sapin :

« 1° Que la pénétration de l'aubier peut devenir complète au bout d'un certain temps qui m'a paru, pour le sapin comme pour le chêne, être d'environ quatre jours;

« 2° Que la pénétration dans le cœur du bois sain est toujours très-imparfaite; qu'elle croît pendant un certain nombre de jours, à partir desquels elle cesse d'augmenter sensiblement.

« Pour me fixer sur ces hypothèses, j'ai fait immerger ensemble quatre semelles de sapin choisies avec soin, et qui se trouvaient, autant que possible, dans les mêmes circonstances. L'épaisseur d'aubier était à peu près la même; on les a retirées successivement au bout de deux, quatre, six et huit jours.

« La pièce immergée deux jours ne présentait

dans le bois vif qu'une pénétration tout à fait sans valeur. La surface seule, pour ainsi dire, offrait les réactions du cuivre. Dans l'aubier elle était même très-imparfaite.

« La semelle restée quatre jours était pénétrée dans le bois sain d'environ 0m,001. L'aubier était complétement imbu.

« Les semelles restées six et huit jours offraient identiquement les mêmes circonstances de pénétration, qui était complète dans l'aubier et de 0m,001 à 0m,002 dans le bois sain.

« Donc :

« L'immersion des bois dans la solution de sulfate de cuivre paraît n'exiger qu'une durée de quatre à cinq jours, quelle que soit l'épaisseur.

« Et, après ce temps d'immersion, l'aubier et les fissures sont toujours complétement pénétrés, et le cœur du bois ne l'est jamais au delà de 0m,002.

« Peut-être une immersion prolongée au delà de huit jours eût-elle donné une pénétration plus parfaite. Je n'ai fait aucune expérience à ce sujet.»

Poids des rails. L'emploi de lourdes machines sur les chemins anglais devenant général, soit dans le but de marcher à de grandes vitesses, soit dans celui de traîner des charges considérables, on se sert également de rails très-lourds.

Le poids des machines pour le transport des voyageurs étant d'environ 19 tonnes, non compris celui de l'eau et du coke que porte la chau-

dière; celui des machines pour le transport des marchandises étant de 20 à 22 tonnes, les rails pèsent généralement de 37 à 38 kilogrammes par mètre courant. Les rails ont $4^m,50$ de longueur et reposent sur quatre traverses.

Sur les chemins construits de cette manière, à voie de $1^m,44$, les convois de voyageurs, dits *convois rapides*, marchent à la vitesse *moyenne* de seize lieues par heure, arrêts compris.

Sur les chemins à voie large, où les machines sont un peu plus puissantes, la vitesse moyenne des convois rapides est de dix-huit lieues.

On pourrait accroître la puissance des machines de la voie large, mais il ne faut pas croire que la vitesse du convoi en serait très-sensiblement augmentée. A des vitesses qui, pour être moyennement de dix-huit lieues par heure, doivent atteindre vingt-cinq lieues dans certains moments, la résistance de l'air est considérable, surtout avec les voies larges, et on sait qu'elle augmente comme le carré de la vitesse.

On emploie sur quelques chemins anglais de très-puissantes machines pesant jusqu'à 26 tonneaux. Elles sont utiles pour gravir de fortes pentes, mais elles ne seraient pas d'un emploi très-avantageux pour traîner en plaine de très-fortes charges. L'expérience a prouvé qu'il ne convenait pas de composer un convoi de marchandises de plus de quarante waggons. Les convois trop longs éprou-

vent une très-grande résistance dans les courbes et sont difficiles à manœuvrer dans les gares.

Préférence accordée aux rails à simple champignon.

Le nombre des partisans des rails à simple champignon augmente chaque jour. La planche représente plusieurs modèles de rails de cette espèce adoptés nouvellement pour des lignes importantes.

Modification au coussinet de joint.

L'accident de Fampoux étant attribué par plusieurs personnes à l'absence d'un coin dans l'un des coussinets de joint, M. Edwards, ingénieur en chef du matériel du chemin de fer de Paris à Strasbourg, a imaginé de placer au joint un coin supplémentaire en fer, comme l'indiquent la fig. 3, pl. B 8, et la fig. 1re, pl. B 10, 11 (Voir la légende).

La pratique n'a pas encore prononcé sur les avantages de cette disposition.

Coussinets pesant 18 kilogr.

Sur quelques nouvelles lignes, en Angleterre, on emploie des coussinets dont le poids s'élève jusqu'à 18 kilogrammes.

Nous possédons le plan d'un de ces coussinets.

Les chevilles en bois ont de nombreux partisans.

Les chevilles en bois paraissent avoir en Angleterre de nombreux partisans. En France, le chemin de Troyes à Montereau est le seul parmi les nouvelles lignes qui les ait adoptées.

Machines pour la fabrication des coins.

On emploie généralement en Angleterre des machines pour la fabrication des coins.

Avec de bonnes machines on fabrique quatre coins environ par minute.

On fait payer pour la façon seule de mille coins 2 livres sterling (50 francs).

Une machine de ce genre coûte de 70 à 75 livres sterling (de 1,750 à 1,875 francs).

Quelques ingénieurs préfèrent, pour les convois à grande vitesse, les voitures à six roues. Préférence accordée par les uns aux voitures à six roues, par d'autres aux voitures à quatre roues.

Le mouvement de lacet étant moins grand avec ces voitures qu'avec celles de quatre, elles sont moins sujettes à dérailler. La caisse, en cas de rupture d'un essieu, est soutenue par les deux autres.

D'autres ingénieurs continuent à se servir de voitures à quatre roues, et ils en diminuent le poids en réduisant les dimensions. C'est surtout sur la caisse que porte la réduction.

En France, on a adopté les voitures à six roues pour les chemins de Paris à Lyon et d'Avignon à Marseille (Voir pl. G, fig. 28). On a conservé celles à quatre roues pour les chemins du Nord et de Paris à Strasbourg.

Celles du chemin du Nord sont d'un poids considérable. Poids des voitures du chemin du Nord.

Celles de première classe pèsent 5,260 kilogrammes, y compris les roues et essieux.

Les entreprises de messageries transportent les voyageurs dans des caisses indépendantes du train. Caisses indépendantes du train. Ce mode de transport n'est pas sans danger. Si le train reçoit un choc violent, la caisse qui en est indépendante ne se déplaçant pas en même temps, il peut en résulter la séparation du train et de la caisse, et par suite la chute de la caisse. C'est ce

qui est arrivé lors de l'accident de Bonnières sur le chemin de fer de Rouen. La caisse a glissé sur les fourches en fer du train (Voir la pl. G 2). Aussi, la Commission nommée par M. le ministre des travaux publics pour donner son avis sur les moyens de prévenir les accidents, a-t-elle recommandé de fixer la caisse plus solidement au train, soit au moyen de courroies avec des boucles, soit, mieux encore, au moyen de courroies que l'on peut tendre à l'aide de vis, comme celles des malles-postes. Mieux la caisse sera fixée, moins il y aura de danger.

Le ministre a aussi appelé l'attention de la Commission sur le danger de charger les impériales, dont le poids, en cas de rupture des parois, peut écraser les voyageurs.

Nouvelles roues.

M. Booth fait un grand éloge des roues dont le moyeu est en fonte, les rails en bois et les cercles en fer de Lowmoor.

Des meilleurs bandages.

On sait que les bandages de roues s'usent rapidement et qu'il est très-difficile de s'en procurer de bonne qualité.

On a fabriqué dans les usines françaises, notamment à Hayange, des bandages composés de deux espèces de fer, pour ainsi dire soudées ensemble, l'une nerveuse, qui doit être placée vers l'intérieur de la roue, l'autre grenue, qui doit former la partie extérieure du bandage. L'épaisseur du nerf est de un tiers à moitié de celle du grain.

Les bandages le plus généralement employés en Angleterre sont à cassure homogène d'un grain fin, aciéreux, bleuâtre. On les fabrique, pour la plus grande partie, dans les usines du Yorkshire, à Lowmoor et à Bowling.

Les bandages anglais sont d'une très-grande ténacité.

Nous avons fait briser à coups de marteau plusieurs de ces bandages et plusieurs bandages français : les bandages anglais ont résisté beaucoup plus longtemps que les bandages français.

La durée des bandages anglais paraît aussi, au dire des ingénieurs qui les ont employés, être beaucoup plus grande que celle des bandages français.

On se sert sur quelques chemins en Angleterre, celui de Bristol par exemple, de bandages en acier. Ils font un assez bon service, mais ils sont coûteux et sujets à se rompre.

Un accident assez grave est arrivé dernièrement sur le chemin de Bristol, par suite de la rupture d'un de ces bandages.

En Angleterre, on soumet quelquefois les bandages à un laminage supplémentaire, qui a pour but d'en augmenter la densité et l'homogénéité. Ces bandages durent incontestablement plus longtemps que les autres, mais ils sont très-élastiques, en sorte qu'en cas de rupture, ils se détachent violemment de la roue et se redressent.

Les bandages en acier présentent le même inconvénient.

On a reconnu que des bandages de cette espèce, après avoir parcouru vingt mille milles (32,000 kilomètres), n'avaient perdu que cinq livres en poids, tandis que des bandages ordinaires perdent quinze livres.

Nouveau mode de fabrication des essieux.

On fabrique en Angleterre d'excellents essieux au moyen de *trousses* ou *paquets*, dont la coupe est représentée fig. 1. Une barre ronde *b* est placée au centre de la trousse. Cette barre est enveloppée de plusieurs barres *c*, *c*... qui ont la forme de vous-

Fig. 96.



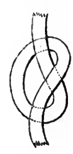
soirs ou de douves de tonneaux. Ces barres sont maintenues par deux petits cercles placés aux extrémités de la trousse. Ainsi composée, la trousse, après avoir été chauffée au blanc dans un four à réverbère, est passée au laminoir. Elle est ensuite martelée. On en coupe les extrémités à la scie circulaire, et des bouts qu'on en retire, on fabrique au laminoir des barres rondes qui servent pour de nouvelles trousses.

Il est très-important que la barre centrale soit de qualité supérieure.

Les essieux de grandes dimensions sont soudés à l'aide d'un marteau qui pèse de quatre à cinq tonnes. Deux chaudes suantes suffisent pour souder dans toute sa longueur un essieu semblable à ceux dont on se sert sur le chemin de Bristol, à voie de sept pieds. Il faut ensuite deux autres chaudes modérées pour terminer l'essieu.

Le fer qui compose les essieux fabriqués de cette manière est entièrement nerveux. On peut ployer à froid ces barres, comme l'indique la fig. 97, sans qu'il se manifeste la moindre altération à la surface.

Fig. 97.



Ces essieux se vendent bruts 95 francs le quintal métrique pris à l'usine.

Le métal blanc, dit anti-friction, est aujourd'hui assez généralement préféré en Angleterre pour les coussinets de boîtes à graisse. En France, au contraire, on y renonce sur plusieurs lignes importantes des environs de Paris. Sur le chemin de

Sceaux, tous les coussinets en métal blanc seront remplacés par des coussinets en bronze.

Le frottement avec les coussinets de métal anti-friction est plus doux qu'avec les coussinets en bronze. Ils s'échauffent plus difficilement que ces derniers, mais lorsqu'ils viennent à s'échauffer, ils fondent brusquement, ce qui peut occasionner un accident. Sur quelques chemins de fer on n'emploie le métal anti-friction que comme doublure intérieure d'un coussinet en bronze ou en fonte; en sorte que, le métal venant à fondre, l'essieu se trouve en contact avec un nouveau coussinet de bronze ou de fonte.

Il est probable que l'alliage employé en France pour la fabrication des coussinets en métal blanc est de moins bonne qualité que celui dont on se sert en Angleterre. Il y aurait lieu probablement à faire de nouveaux essais avant d'abandonner entièrement le métal blanc.

Nouveaux ressorts de choc et de traction.

On modifie en Angleterre le système des ressorts de choc et de traction.

M. Beattie, au chemin de South-Western, em-

Fig. 98.



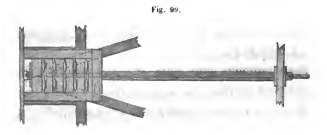
ploie pour ressorts de choc une série de petits ressorts à pincette placés, comme l'indique la

figure 98, entre deux longrines du châssis, et séparés par de petits blocs rectangulaires en bois de peuplier.

Lorsque, par suite d'un choc violent, les petits ressorts se trouvent écrasés, les blocs de peuplier, qui sont compressibles, résistent à leur tour et empêchent la rupture du châssis.

On emploie le même système pour ressorts de traction, ainsi que l'indique suffisamment la figure 99.

Fig. 99.



Sur d'autres chemins, on remplace les petits ressorts à pincette par des espèces d'anneaux en *caoutchouc vulcanisé*, comme on le voit fig. 100.

Fig. 100.



On supprime généralement aujourd'hui le disque en fonte destiné, dans les anciennes boîtes, à loger

le disque en fer fixé sur l'essieu, de manière à prévenir l'introduction du sable dans l'intérieur de la boîte.

La pratique a prouvé que ce moyen n'était pas efficace et rendait le nettoyage des boîtes plus difficile.

Modification des boîtes à graisse.

Sur le chemin de fer dit South-Western, en Angleterre, on intercale avec avantage des bandes de cuir le long des rainures de la boîte à graisse, entre lesquelles frotte la plaque de garde.

Le prix courant des boîtes à graisse, du poids total de 19k,07 avec coussinets en bronze, est aujourd'hui de 17 francs.

Voitures des nouveaux chemins de fer.

Nous publions dans cette livraison les plans des voitures de première et de deuxième classe du chemin de fer du Nord, ainsi que ceux des voitures de première classe et voiture mixte de première et deuxième classe du chemin de fer d'Avignon à Marseille.

Ces voitures diffèrent assez sensiblement par leurs dimensions et leur disposition de celles que représentent les planches du *Portefeuille*.

Chemin du Nord, 1re et 2e classe.

Les voitures de première classe du chemin du Nord sont généralement très-goûtées du public; elles n'ont qu'un défaut, celui d'être très-lourdes; quant à celles de seconde classe, on trouve que les caisses en sont trop courtes, et on blâme l'addition du coupé placé entre les deux caisses.

Les défauts reprochés aux voitures de seconde

classe du chemin du Nord proviennent surtout de la condition que s'étaient imposée les ingénieurs de n'employer qu'un seul et même châssis pour les voitures de toutes classes.

Nous croyons que l'on s'est exagéré l'utilité qu'il pourrait y avoir à conserver les mêmes dimensions aux châssis de toutes les voitures.

Sur le chemin de Paris à Strasbourg on a adopté des châssis de grandeur différente pour les voitures de première et de deuxième classe, et, tout en conservant aux voitures de première classe les dimensions ou à peu près celles du chemin du Nord, on a donné aux caisses des voitures de deuxième classe $1^m,58$ de longueur, tandis que celles du chemin du Nord n'ont que $1^m,48$, et on a supprimé le coupé. Chemin de Paris à Strasbourg.

Sur le chemin de Lyon les voitures seront à six roues, comme au chemin d'Avignon à Marseille, et les caisses des voitures de deuxième classe auront $1^m,64$ de longueur. Chemin de Lyon.

Sur le chemin d'Amiens à Boulogne les voitures de première classe sont semblables, quant aux dimensions, aux voitures du chemin du Nord; les panneaux, pour quelques-unes, sont en acajou plein au lieu de tôle vernie; le plancher, recouvert d'un double tapis et d'une peau de mouton, est double lui-même, pour garantir du froid; les coussins reposent sur un siége en canne recouvert de toile, de manière à demeurer frais l'été; outre les glaces, qui Chemin d'Amiens à Boulogne.



sont très-épaisses et biseautées, il y a des stores en toile métallique qui permettent au jour et à l'air de pénétrer dans la voiture, mais qui empêchent le sable et la poussière de s'y introduire. Les champignons employés dans les voitures du chemin du Nord pour suspendre les chapeaux sont remplacés, dans celles du chemin d'Amiens à Boulogne, par des porte-chapeaux à deux têtes superposées, où l'on peut attacher les cannes, ombrelles, parapluies, cabas, etc.; enfin il y a deux lampes au lieu d'une seule, et l'on peut en adoucir la lumière au moyen de petits stores que l'on tire à volonté.

Les caisses des voitures de deuxième classe sont de mêmes dimensions que celles des voitures de première classe. La banquette bien rembourrée et recouverte en cuir, ainsi que le dossier, est seulement un peu moins large, ce qui laisse plus de place pour les jambes et permet de circuler dans les voitures, de monter et de descendre sans déranger personne. Outre la glace de la portière, il y en a deux autres, une de chaque côté et de même grandeur; toutes peuvent s'ouvrir et se fermer à volonté; au-dessus est un ventilateur à coulisse qui permet de renouveler l'air sans baisser les glaces.

Les voitures de troisième classe diffèrent très-peu de celles de seconde. La caisse est divisée en quatre compartiments de dix places chacun. On entre dans ces compartiments par des portières spéciales munies de glaces mobiles. Au lieu de rideaux en toile,

il y a des persiennes en bois, impénétrables à la pluie, et que l'on peut ouvrir à volonté pour voir le pays traversé ; au-dessus des persiennes sont des vitres dormantes, et au ciel de la voiture deux lampes pour la nuit.

On voit que, sur le chemin d'Amiens à Boulogne, il y a peu de différence de *confortabilité* entre les voitures de différentes classes. Il est à craindre que les voitures de deuxième et même de troisième classe étant presque aussi bonnes que celles de première, les voitures de première ne soient abandonnées par les voyageurs, ce qui serait très-préjudiciable aux intérêts de la Compagnie.

Dans les voitures de troisième classe du chemin du Nord, les banquettes sont placées en long comme dans les omnibus, et le public ne peut entrer dans les caisses ou en sortir que par deux portières de chaque côté. Chemin du Nord, 3e classe.

Le principal défaut de ces voitures est de ne pas offrir un assez grand nombre d'issues aux voyageurs. Nous avons déjà essayé de faire comprendre, page 342 du *Portefeuille*, combien il est important que les portières des voitures de chemins de fer soient le plus nombreuses et le plus larges possible. Aussi n'est-ce pas sans difficulté que l'administration supérieure a autorisé la circulation de ces voitures, et place-t-on aujourd'hui assez généralement les banquettes en travers dans les voitures de troisième classe comme dans celles de deuxième

ou de première. La voiture est alors divisée en plusieurs compartiments, dans lesquels on entre par autant de portières de chaque côté qu'il y a de compartiments.

Nous avons résumé dans le tableau suivant les principales dimensions des voitures de différentes classes des nouvelles et des anciennes lignes.

Voitures à voyageurs.

	1re CLASSE.			2e CLASSE.			3e CLASSE.		
	Longueur à l'intérieur.	Largeur à l'intérieur.	Hauteur à l'intérieur.	Longueur à l'intérieur.	Largeur à l'intérieur.	Hauteur à l'intérieur.	Longueur à l'intérieur.	Largeur à l'intérieur.	Hauteur à l'intérieur.
	m	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.
Paris à Strasbourg..	1.74	2.26	1.75	1.58	2.26	1.75	1.33	2.28	1.70
Nord.............	1.80	2.40	1.75	1.48	2.26	1.75	omnibus.		»
Amiens à Boulogne.	1.80	2.40	1.75	1.76	2 26	1.75	1.32	2.26	1.75
Paris à Lyon.......	1.75	2.40	1.75	1.84	»	1.75	»	»	»
Paris à Orléans (dernier modèle).....	1.70	2.40	1.38	1 55	2.26	1.55	»	»	»
Paris à Rouen......	1.60	2.10	1.45	1.50	2.26	1.56	1.50	2.29	décou.

Waggons de marchandise.

On emploie des waggons de marchandises de différentes formes, suivant la nature des objets à transporter.

Chargement le plus convenable.

Il résulte du témoignage de plusieurs ingénieurs distingués, dans l'enquête sur la largeur des voies, que le chargement d'un waggon à quatre roues sur les voies larges, aussi bien que sur les voies étroites, ne dépasse pas six tonnes de marchandises.

On pourrait, à la rigueur, augmenter ce charge-

ment; mais l'expérience a prouvé que, sur les chemins anglais, cette charge était la plus convenable, eu égard aux usages et aux besoins du commerce, et aussi pour la conservation des rails.

Les waggons de marchandises, sur les embranchements de peu de longueur, ne portent pas de charges aussi considérables. Il est rare que le poids de leur chargement dépasse trois tonnes.

On a souvent employé, pour le transport des marchandises, des waggons dont la caisse peut être transbordée, au moyen d'une grue, d'un train sur un autre. Waggons à caisse mobile.

Si l'emploi de ces waggons à caisse mobile paraît devoir être avantageux, c'est surtout pour le transport du charbon de terre, qu'il faut éviter de briser lorsqu'on le transborde.

Cependant M. Wood, ingénieur des mines à Newcastle, auteur du premier traité sur les chemins de fer qui ait été publié, a déclaré, dans l'enquête sur la largeur des voies, que les waggons à caisse mobile étaient aujourd'hui généralement abandonnés sur les chemins de fer qui desservent les mines de houille de Newcastle. Il donne à l'appui de son opinion les raisons suivantes :

Les caisses libres sur le train, destinées à être transbordées d'un train sur un autre, doivent être beaucoup plus massives, et, par conséquent, sont beaucoup plus lourdes que les caisses fixes faisant



partie du waggon. Elles seraient bientôt déformées, si on ne les faisait très-solides.

Le transbordement au moyen des grues est très-coûteux. Il faut, pour que ce transbordement puisse s'exécuter avec la rapidité désirable, non-seulement un grand nombre de grues, de plaques tournantes et une grande longueur de voies supplémentaires, mais encore un nombreux personnel et un matériel considérable.

Un nouvel inconvénient se présente, si l'on transborde d'une voie étroite sur une voie large : c'est que cette dimension de caisse, calculée pour les plates-formes des waggons de la voie étroite, n'est plus convenable pour les plates-formes des waggons de la voie large.

Quelquefois, en passant d'une voie sur une autre de largeur différente, on transborde le waggon tout entier de la première voie sur la plate-forme d'un waggon de la seconde voie ; mais alors le poids mort transporté sur la seconde voie est énorme, la hauteur du chargement est telle, que les waggons ne passent que difficilement sous les ponts et dans les souterrains ; enfin, le centre de gravité se trouvant placé à une grande hauteur, les waggons sont exposés à se renverser.

Des cahiers des charges pour le matériel.

Nous avons publié, dans les Documents du *Por-*

tefeuille, les cahiers des charges de l'Etat ou des Compagnies des chemins de fer de Versailles, du Nord, etc., pour le matériel.

Nous indiquons, dans les Documents joints à cette première livraison supplémentaire, les modifications de quelque importance introduites dans ces cahiers des charges, par la Compagnie du chemin de fer de Paris à Strasbourg, ou par d'autres Compagnies concessionnaires de chemins adjugés en 1845.

Ces Documents contiennent aussi dans leur entier les cahiers des charges de la Compagnie du chemin de fer de Paris à Strasbourg pour les traverses, les coins, les chevillettes, les voitures, les treillages et les haies vives.

Articles nouveaux insérés dans les cahiers des charges.

1° des voitures;

Ces cahiers des charges sont plus complets que ceux que nous avons publiés jusqu'à ce jour. Celui des caisses de voiture, sans être plus détaillé que le cahier des charges de la Compagnie du Nord, qui fait partie des Documents du *Portefeuille*, a été rédigé dans une autre forme, et renferme plusieurs dispositions nouvelles d'une certaine importance.

2° des rails et coussinets.

La Compagnie du chemin de fer de Paris à Strasbourg a eu occasion de se féliciter d'avoir inséré, comme nous le conseillons page 165 du *Portefeuille*, dans les cahiers des charges pour les rails et les coussinets, un article stipulant que le fabricant ne pourra commencer la fabrication que lorsqu'il aura envoyé un premier échantillon de sa

fabrication à l'ingénieur en chef de la Compagnie, et lorsque l'ingénieur en chef, satisfait de cet échantillon, lui aura envoyé par écrit l'autorisation de commencer.

Ce n'est pas sans de grandes difficultés que les fabricants de coussinets, plus particulièrement, sont parvenus à une imitation parfaite du type qui leur avait été délivré par la Compagnie. Ils ont dû retoucher souvent leurs modèles avant de réussir, et il y a tout lieu de penser que, malgré la présence des agents de la Compagnie, ils auraient commencé à fabriquer en grand, avec des modèles imparfaits, sans les avertissements fréquents qui leur ont été donnés par l'ingénieur en chef. La Compagnie aurait pu, sans doute, refuser les coussinets coulés avec ces modèles; mais il en fût résulté probablement des contestations, et certainement des pertes de temps préjudiciables aux intérêts de la Compagnie.

Tolérance pour la longueur des rails.

Nous avons relaté, page **563** du ***Portefeuille***, l'opinion d'un ingénieur des mines qui prétendait que la tolérance de 2 millimètres accordée aux fabricants pour la longueur des rails, était insuffisante. Les fabricants qui travaillent pour le chemin de fer de Paris à Strasbourg n'ont adressé, à cet égard, aucune réclamation, et nous ont même déclaré qu'ils ne trouvaient aucune difficulté à obtenir des rails dans les limites de longueur données, avec cette différence de 2 millimètres seulement.

Nous avons déjà mentionné, page 563, le mode de composition des trousses pour la fabrication des rails à l'usine de Hayange, mode suivant lequel la couverture des trousses est formée de deux plaques juxtaposées.

Composition des trousses.

Le fer de Hayange étant très-soudant, les rails fabriqués de cette manière jusqu'à ce jour, ne laissent rien à désirer, du moins à la vue, et le directeur de l'usine nous a fait observer, avec raison, que le fer des couvertures ayant dû subir un plus grand nombre de laminages pour être réduit à de plus petites dimensions, devait être de meilleure qualité. Il reste maintenant à examiner comment ces rails se comporteront à l'usage.

Plusieurs fabricants ont refusé de continuer à se soumettre à la seconde réception que l'Etat voulait leur imposer, au moment de la livraison sur le chemin de fer. Aucun, cependant, n'a repoussé cette condition, en traitant avec la Compagnie du chemin de fer de Paris à Strasbourg.

Seconde réception.

Nous avons enfin stipulé que le fabricant ne pouvait céder partie ou totalité de la commande sans une autorisation écrite de l'administration de la Compagnie.

Cession des commandes défendue.

La division des commandes entre un grand nombre de fabricants présente de graves inconvénients; elle oblige les Compagnies à multiplier les agents pour la surveillance et la réception, et il en résulte généralement des différences fâcheuses

dans la forme et la nature des objets fabriqués.

Tolérance sur le poids des coussinets.

La tolérance admise pour le poids des coussinets, dans les cahiers des charges de l'Etat, est de *trois pour cent*. Nous l'avons réduite à *deux pour cent*.

Essai de la fonte.

D'un autre côté, nous avons réduit de 1,500 à 1,300 kilogrammes l'effort de traction par centimètre carré que la fonte du coussinet doit supporter avant de se rompre.

La pratique a appris que des fontes supportant un effort de traction de 1,300 kilogrammes par centimètre carré étaient déjà très-tenaces.

La ténacité n'est pas la seule qualité que doivent posséder les fontes servant à la fabrication des coussinets; il importe aussi beaucoup qu'elles ne soient pas fragiles, et la résistance au choc n'est pas proportionnelle à la ténacité. Nous avons eu l'occasion de nous en convaincre en opérant sur quelques variétés de fonte. Il est donc essentiel d'introduire, dans les nouveaux cahiers des charges, un article indiquant certaines épreuves pour constater la résistance au choc.

Délais pour la réception.

Nous avions stipulé d'abord que les réceptions se feraient à l'usine tous les huit jours; mais nous n'avons par tardé à reconnaître qu'un même agent étant chargé de la réception dans plusieurs usines, il était souvent difficile pour la Compagnie de remplir cet engagement. Nous avons en conséquence remplacé le délai de huitaine par un délai de quinzaine.

Le prix courant de la tonne des rails, rendue sur la ligne, était en 1846 de 350 à 365 francs; le prix courant de la tonne des coussinets de 245 à 265 francs. Prix des rails et des coussinets.

Le cahier des charges pour la fourniture des traverses au chemin de Paris à Strasbourg, a de grandes analogies avec ceux des chemins de Paris à Lyon, Tours à Nantes, Amiens à Boulogne, Orléans à Vierzon. Cahier des charges des traverses.

Il en diffère cependant, 1° en ce que les dimensions normales de traverses et les tolérances accordées sur ces dimensions sont différentes; 2° en ce qu'il n'admet pas le cubage de l'aubier; 3° en ce que, tout en fixant un *maximum* de deux ans pour le nombre des années de coupe, il ne détermine pas, comme le cahier des charges du chemin de Tours à Nantes, un *minimum;* 4° en ce qu'il ne renferme aucun article spécial relatif aux limites de volume des traverses.

Les tableaux suivants présentent l'ensemble des dimensions normales des traverses et des tolérances pour les chemins de Paris à Strasbourg, de Paris à Lyon, de Tours à Nantes, d'Orléans à Vierzon, et d'Amiens à Boulogne.

CHEMINS	Longueur normale de toutes les traverses.	ÉPAISSEUR AU MILIEU, AUBIER DÉDUIT.				LARGEUR.			
		Traverses équarries		Traverses demi-rondes		Traverses équarries		Traverses demi-rondes	
		de joint.	interméd.	de joint.	interméd.	de joint.	interméd.	de joint.	interméd.
Paris à Strasbourg.	2m,65	0.15	0.15	0.16	0.18	0.38	0.28	0.36	0.33
Paris à Lyon.......	2m,80	0.15	0.17	0.17	0.15	0.35	21	0.35	»
Tours a Nantes....	2m,75	0.14	0.14	0.14	0.14	»	0.28	0.32	0.22
Orleans à Vierzon..	2m,60	0.15	0.15	0.15	0.15	0.32	0.22	0.32	0.22
Amiens à Boulogne.	2m,55	0.15	0 15	0.15	0 15	»	0.21	»	0.12

CHEMINS.	TOLÉRANCE EN PLUS OU EN MOINS						Tolérance sur la courbure.
	sur la longueur		sur la largeur.		sur l'épaisseur		
	équarries.	demi-rondes.	équarries.	demi-rondes.	équarries.	demi-rondes.	
Paris à Strasbourg.........	0.10	0.10	0.04	0.02	0.01	0.01	1/26
Paris a Lyon..............	0.10	0.10	0.02	0.02	0.02	0.02	1/20
Tours à Nantes............	0 15	0.15	0.04	0.04	0.02	0.02	1/15
Orléans à Vierzon..........	0.25	0.25	0.04	0 04	0.02	0.02	1/20
Amiens à Boulogne.........	0.15	0.15	0.02	0.02	0.01	0.01	1/20

Lorsque l'aubier est payé, le cahier des charges stipule ordinairement un *maximum* pour l'épaisseur. (Voir les Documents.)

Traverses payées à la pièce ou au cube.

Le cahier des charges du chemin de fer de Paris à Strasbourg ne limite pas le volume des traverses, comme celui du chemin de Tours à Nantes, parce que sur ce chemin, ainsi que sur celui d'Amiens à Boulogne, les traverses sont payées à la pièce et non au cube.

Pour calculer le prix de la traverse remplissant les conditions du cahier des charges, en partant de celui du mètre cube de bois, on a supposé que les livraisons se composaient de moitié traverses équarries et moitié traverses demi-rondes; mais le fournisseur n'en est pas moins libre de fournir telle proportion qui lui conviendra d'équarries et de demi-rondes.

En supposant 70 francs pour le prix du mètre cube, on a trouvé par cette méthode 9 fr. 20 c. pour la traverse de joint, et 7 fr. 75 c. pour celle intermédiaire. On évite ainsi l'opération du cubage.

Époque de l'abatage des bois.

Tous les cahiers des charges stipulent que les bois seront coupés en bonne saison, c'est-à-dire lorsque la séve ne circule plus, du 15 octobre au 14 mars. Il est reconnu cependant que les chênes abattus au moment de la séve du 15 avril au 15 mai seraient également bons, s'ils étaient écorcés immédiatement après avoir été coupés, et exposés pendant deux mois au soleil. Il n'en serait pas de même des bois abattus du 15 mai au 15 octobre. Ils ne pourraient plus s'écorcer; on ne pourrait que les peler, la séve ne s'écoulerait plus, et les matières azotées les rendraient alors plus accessibles à la pourriture.

Age des coupes.

Le cahier des charges du chemin de Paris à Strasbourg stipule que les bois auront deux ans de coupe au plus; celui du chemin de Tours à Nantes, qu'ils

auront un an de coupe au moins, et deux ans de coupe au plus.

Il ne conviendrait pas que les bois eussent plus de deux années de coupe; mais pour des traverses, pour des roues hydrauliques, etc., on emploie très-bien le chêne presque immédiatement après l'abatage fait du 15 décembre au 15 avril.

Il est nécessaire que le bois ait une année au moins de coupe, quand on doit l'employer pour certains ouvrages de charpente ou de menuiserie; mais en imposant cette condition pour des fournitures de traverses, on rendrait ces fournitures difficiles et chères.

Les exploitants de bois, en traitant avec les Compagnies, stipulent souvent des époques de livraison qui obligent les Compagnies à conserver assez longtemps les bois sur le chantier, et leur occasionnent des pertes d'intérêt considérables.

Époques des livraisons.

On éviterait les inconvénients qui résultent de ces livraisons anticipées, si on obligeait les exploitants à conserver, sous leur responsabilité, les bois en grume dans les forêts, et à ne les livrer que lorsque les Compagnies doivent en faire usage; mais les nécessités de l'exploitation forestière ne leur permettraient pas, dans beaucoup de cas, de prendre cet engagement.

Prix des bois.

Le prix des bois est très-variable : sur le chemin de Paris à Strasbourg, on a payé le bois, entre Nancy et Strasbourg, 70 francs le stère débité et

rendu sur place, et 74 francs de Paris à Châlons et de Metz à Nancy; sur le chemin de Lyon, 73 francs le stère; sur celui de Tours à Nantes, on a pu se procurer du bois au prix, beaucoup moins élevé, de 57 francs le stère.

On emploie sur les chemins de Paris à Lyon, Paris à Strasbourg, Tours à Nantes, Orléans à Vierzon, le bois de chêne exclusivement; sur le chemin du Nord, sections de Calais à Lille et de Lille à Dunkerque, on se servira de sapin de Stettin, revenant à 50 francs le stère, rendu au port de Calais ou de Dunkerque, mais non débité. Les traverses seront triangulaires et le bois préparé. Nature des bois employés.

Le cahier des charges pour la fabrication des caisses de voitures du chemin de Paris à Strasbourg a été rédigé avec un soin tout particulier. Cahier des charges pour la fabrication des voitures.

Nous signalerons surtout, comme additions utiles aux cahiers des charges des autres Compagnies, celles qui suivent :

« Les bois auront au moins trois années de coupe, dont un an au moins de débit en plateau; dans cet état de sécheresse, et trois mois avant la construction des caisses de voiture, ces plateaux seront réduits aux dimensions voulues........ partout où les tenons ne se croisent pas, les mortaises seront à jour, de manière qu'on puisse vérifier, après l'assemblage, si les tenons remplissent bien leurs mortaises. » Age des bois employés; débit de ces bois.

Le cahier des charges pour les châssis suppose Cahier des charges

pour les châssis. l'emploi de huit boulons pour fixer la caisse au châssis, au lieu de quatre indiqués dans le cahier des charges du Nord.

Il prescrit des châssis de dimensions différentes, ordonne d'entailler le brancard pour y fixer la plaque de garde, de goupiller les boulons, afin d'empêcher les écrous de se desserrer, et enfin, substitue les ressorts à feuilles jointives aux ressorts à feuilles séparées.

Pour les roues. Le cahier des charges pour les roues et les essieux de voitures n'admet qu'un seul cercle formant le pourtour de la roue.

Suppression du faux cercle. En Angleterre, on a généralement abandonné l'usage du faux cercle, qui rend le centrage de la roue beaucoup plus difficile et en augmente le poids sans utilité.

Dimensions de l'essieu. Le diamètre de l'essieu, au calage, est de 110 millimètres, au lieu de 105 indiqués par le cahier des charges du Nord; le diamètre des fusées 65, au lieu de 60; la largeur des entailles 25, au lieu de 19; l'épaisseur des clavettes, 15 au lieu de 14.

On a été conduit à ces modifications dans les dimensions par l'étude du matériel des chemins de fer d'Angleterre les mieux établis.

On prescrit de dégrossir au tour les parties coniques et la portion cylindrique du milieu de l'essieu, parce qu'en enlevant ainsi la croûte extérieure de la barre de fer, on en fait paraître les défauts.

Des devis pour la voie et le matériel d'un chemin de fer.

M. Vuigner, ingénieur de la Compagnie du chemin de fer de Paris à Strasbourg, pour établir le devis des dépenses à faire par cette Compagnie, s'est livré à des recherches dont les résultats ont été consignés dans un mémoire sur l'ensemble du chemin. Les détails qui suivent sont tous extraits de cet intéressant mémoire.

M. Vuigner établit le prix de revient de la voie pour le chemin de fer de Paris à Strasbourg, de la manière suivante : Prix de revient de la voie.

Balast ou fondation de la voie, 2m,20 de sable, gravier ou cailloux, à 3 fr. 60 c. le mètre cube	8 fr.	»
0m,10 de bois pour traverses, à 75 francs le stère	7	50
75 kilogrammes de fer pour rails, à 360 francs la tonne, rendue sur la ligne	27	»
20 kilogrammes de fonte pour coussinets, à 260 francs la tonne, rendue sur la ligne	5	20
1,05 kilogrammes de chevillettes, à 48 centimes	0	50
1,80 coins à 17 fr. 50 c. le cent	0	32
Déplacement des matériaux dans les chantiers de réception, etc	1	»
Déplacement des chantiers à pied d'œuvre et pose	2	»
Frais généraux pour prime dans les usines	0	98
Total pour une simple voie	52 fr.	50
Et pour une double voie	105 fr.	»

Il faut compter en outre pour voies accessoires dans les stations :

Les gares d'évitement, etc., 1/20 en sus	5 fr.	25
Changements et croisements de voies	2	75
Plates-formes tournantes	3	»
	116 fr.	00

M. Vuigner a pris, pour composer le prix de revient du mètre courant de voie, les prix élémentaires payés, à la fin de l'année 1846, par la Compagnie du chemin de fer de Paris à Strasbourg.

L'évaluation d'un décistère de bois par mètre courant est fondée sur le calcul qui suit :

Chaque rail de 4m,50 de longueur, reposant sur quatre traverses, l'espacement des traverses est de 1m,125.

Les traverses intermédiaires cubant [1] :

Les traverses rectangulaires.............	0m,1084
— demi-rondes..............	0m,1118
Et en moyenne........................	0m,1091

Les traverses de joint cubant :

Les traverses rectangulaires..............	0m,1257
— demi-rondes..............	0m,1332
En moyenne.........................	0m,1295

Il y aura pour une longueur de rails de 4m,50 :

Une traverse de joint.................	0m,1295
Trois traverses intermédiaires...........	0m,3273
Total......	0m,4568

ou, à peu de chose près, 0m,10 de bois par mètre courant.

Les marchés passés avec les fabricants de rails et de coussinets, au prix moyen de 35 francs pour les rails, et de 25 fr. 50 c. pour les coussinets, prix portés

[1] Voir aux Documents le cahier des charges.

au devis, imposant à ces fabricants l'obligation de livrer les produits sur les chantiers de dépôt, il semblerait que c'est à tort que l'on a tenu compte de frais spéciaux pour les déplacements dans les chantiers de réception, etc. Nous ferons observer à cet égard qu'il y a toujours pour l'empilage, la réception, la conservation et le gardiennage dans les chantiers, des frais entièrement distincts des frais de transport qui pèsent sur le fabricant.

A ces frais, il faut ajouter ceux pour le transport des matériaux des chantiers de dépôt à pied d'œuvre, la pose, etc. C'est en se basant sur les dépenses faites par les Compagnies concessionnaires des chemins de fer déjà construits, que M. Vuigner a compté pour les frais 2 francs par mètre de simple voie.

Il faut admettre aussi des frais généraux pour surveillance dans les usines, primes, etc.

Ces frais se sont élevés à 1 fr. 12 c. par mètre courant de simple voie sur le chemin de fer. M. Vuigner les a supposés de 0 fr. 98 seulement, afin d'arriver au chiffre rond de 52 fr. 50 c. du mètre courant pour l'établissement d'une simple voie.

Longueur des voies d'évitement, remisage, etc.

C'est encore en prenant pour point de départ l'expérience des chemins existants que M. Vuigner a admis le chiffre de 1/20 pour la longueur de la voie d'évitement, garage, remisage, etc., et au chiffre de 2 fr. 75 c. et 3 francs pour l'établissement des plaques tournantes et des changements de voie.

Sur les chemins de fer aux environs de Paris, les voies accessoires, pour les gares d'évitement, l'exploitation des stations et le service des ateliers, etc., ont dépassé le dixième du développement des voies principales.

Sur les chemins d'Orléans et de Rouen, elles n'ont été qu'aux 3/40. On a pensé qu'un vingtième suffirait pour le chemin de Paris à Strasbourg, parce que, à mesure qu'on s'éloigne de Paris, les stations non-seulement diminuent d'importance, mais encore sont plus espacées.

On peut diminuer la dépense des voies de remisage en employant pour ces voies, dans les remises des waggons, des rails de 15 à 20 kilogrammes, au lieu de ceux de 37 kilogrammes, dont on se sert pour les voies principales.

Dépenses pour changements et croisements de voies.

Les dépenses pour changements et croisements de voies, etc., etc., et celles pour plates-formes tournantes, varient aussi en raison du nombre et de l'importance des stations.

Au chemin de fer d'Orléans, les changements et croisements de voie, etc., ont entraîné dans une dépense qui s'élève pour chaque mètre courant de simple voie à. . . . . 2 fr. 70
et pour les plates-formes à. . . . . 3 fr. 43

Si l'on a compté pour un chemin tel que celui de Paris à Strasbourg, 2 fr. 75 c. pour les changements de voie, et 3 francs pour les plaques tournantes, bien que les stations y soient moins nombreuses et

moins importantes que sur celui d'Orléans, cela tient à ce que les rails du chemin de Strasbourg sont d'environ un quart plus lourds que ceux du chemin d'Orléans, et les plaques tournantes sont de plus grande dimension.

Passant au matériel d'exploitation, M. Vuigner en établit le devis pour le chemin de Paris à Strasbourg, comme il suit : Devis du matériel d'exploitation.

Le matériel comprend, savoir :

1° Les locomotives avec leurs tenders ;

2° Les voitures, waggons et trucks ;

3° Les grues hydrauliques et accessoires pour l'alimentation des machines ;

4° L'outillage des ateliers de réparation ;

5° Enfin le mobilier des stations.

Les locomotives et les tenders forment un des articles les plus importants du matériel d'exploitation d'un chemin de fer. Locomotives et tenders.

Un ingénieur très-compétent en pareille matière a indiqué dans un écrit publié en 1843 qu'une locomotive parcourait, en moyenne, 60 kilomètres par jour (21,900 kilomètres par an), et que, par conséquent, en divisant par 21,900 le nombre de kilomètres à parcourir chaque année par les machines, sur une ligne de chemins de fer, pour le service des voyageurs et pour celui des marchandises, le quotient détermine le nombre de locomotives nécessaire à l'exploitation de cette ligne.

Cette moyenne de 21,900, établie sur des don-

nées du travail des machines, à des époques antérieures à l'année 1843, n'est plus exacte aujourd'hui.

L'expérience ayant appris que les conditions d'entretien des machines étaient d'autant plus favorables que le nombre en était plus grand, on a depuis lors augmenté notablement le matériel de locomotion des principales lignes, et chaque jour ce matériel tend à s'accroître sur toutes les lignes en exploitation en France comme en Angleterre.

Ainsi, sur le chemin de fer de Strasbourg à Bâle, le nombre de locomotives étant :

En 1844 de. . . .	30
En 1845 de. . . .	40

le nombre total de kilomètres parcourus a été :

En 1844 de. . .	561,086
En 1845 de. . .	539,773.

Ce qui donne pour la moyenne, par locomotive :

En 1844 . . .	18,703
En 1845 . . .	17,992

Sur les chemins de fer d'Orléans et de Corbeil, le nombre de locomotives étant :

En 1844 de. . .	47
En 1845 de. . .	52

le nombre de kilomètres parcourus a été :

En 1844 de. . .	787,690
En 1845 de. . .	894,252

Ce qui donne pour la moyenne par an, par locomotive :

En 1844 . . .	16,760
En 1845 . . .	17,200

Sur le chemin de fer de Rouen, le nombre de locomotives étant :

En 1844 de. . .	50
En 1845 de. . .	50

le nombre de kilomètres parcourus a été :

Dans le 1er semestre de 1844, de. .	398,426
Dans l'année 1845, de	469,876

Ce qui donne pour la moyenne par an et par locomotive :

En 1844 . . .	15,930
En 1845 . . .	18,795

En partant de ces bases, on trouve pour la moyenne du parcours d'une locomotive sur les trois chemins ;

En 1844 . . .	17,135
En 1845 . . .	18,000

En Belgique, où le réseau d'un chemin de fer présentait, en 1845, un développement de 559 kilomètres, et où le nombre de kilomètres parcourus par les locomotives s'est élevé à 2,741,560, le nombre total des locomotives était de 149 ; le parcours moyen pour chaque locomotive a été de 18,399 kilomètres.

La moyenne générale de ces divers résultats peut être portée à 18,250 kilomètres.

Ce qui revient à un parcours moyen par jour et par locomotive de 50 kilomètres.

C'est le chiffre admis par M. Vuigner [1].

La moyenne du parcours annuel ou journalier d'une locomotive ainsi établi, il restait, pour calculer le nombre de locomotives nécessaire au chemin de Paris à Strasbourg, à établir la moyenne du nombre de voyageurs et de tonnes de marchandises dont chaque train doit se composer, en la rapportant à la ligne entière.

En divisant alors par cette moyenne la totalité du nombre de voyages ou du nombre de tonnes de marchandises, que l'on présume devoir circuler sur le chemin, le mouvement étant toujours rapporté à la ligne entière, on obtient le nombre journalier des convois, rapporté au parcours de la ligne entière, on en déduit le nombre de kilomètres parcouru par les convois; et comme la charge moyenne de

[1] M. Vuigner a généralement pris le parcours des trains pour celui des locomotives. Il faut observer néanmoins que, les convois étant souvent remorqués par deux ou même par trois locomotives, le parcours des locomotives est toujours plus grand que celui des trains. Ainsi, en 1845, sur le chemin d'Orléans, le parcours des locomotives a été d'environ un cinquième plus grand que celui des trains; on peut donc considérer le chiffre de 50 kilomètres que donne M. Vuigner, pour le parcours d'une locomotive, comme un peu trop faible; celui de 55 à 60 kilomètres se rapprocherait davantage de la vérité.

chaque convoi ne dépasse pas la charge d'une machine, on en conclut le nombre de kilomètres parcouru par les machines.

Pour établir la moyenne du nombre de voyageurs et de tonnes de marchandises, entrant dans la composition de chaque convoi, M. Vuigner a encore pris pour base de ses calculs les résultats obtenus sur les chemins de fer d'Orléans, de Strasbourg à Bâle, etc..

Et d'abord, relativement aux voyageurs sur la ligne d'Orléans, leur nombre moyen par train, rapporté à la distance entière, était, en 1844, de 108.

En 1845, ce nombre ne s'est élevé qu'à 93.

Ce qui établit une moyenne de 100.

Sur le chemin de Strasbourg à Bâle, le nombre moyen de voyageurs par convoi, rapporté à la distance entière, a été de 51.

Comme il y a sur ce chemin des convois mixtes, dans lesquels le nombre des voitures à voyageurs est réduit à 7,19, et que dans les convois spéciaux de voyageurs, ce nombre de voitures est de 10,35, tandis que sur le chemin d'Orléans il est généralement de 10,55; le chiffre de la moyenne ci-dessus doit être porté à 60 voyageurs, pour être dans des conditions proportionnelles à celles du chemin d'Orléans.

Le chemin de Paris à Strasbourg a été considéré comme présentant des conditions d'exploitation

semblables d'une part à celles du chemin d'Orléans, pour une certaine zone aux environs de Paris, et d'autre part au chemin de Bâle, pour une autre zone aux environs de Strasbourg.

Quant aux marchandises, le nombre moyen de tonnes par train spécial, rapporté à la distance entière, a été pour le chemin de fer d'Orléans :

En 1844 de. . . 60 tonneaux.
En 1845 de. . . 67

Au chemin de Rouen, la moyenne est de 100 tonneaux environ pour les trains allant à Paris; mais comme au retour la moyenne n'est au *maximum* que de 20 tonneaux, la moyenne générale n'est en réalité que de 60 tonneaux.

On a admis, pour le chemin de Strasbourg et ses embranchements, une moyenne de 60 tonnes.

La charge moyenne, en voyageurs ou en marchandises, étant ainsi déterminée, et le mouvement total des voyageurs et des marchandises étant également connu, on en déduit le nombre de convois nécessaire pour assurer le service, le parcours kilométrique des convois, celui des machines; et en divisant le parcours kilométrique annuel des machines par 18,000, on fixe le nombre de machines.

Nombre de voitures.

Si, pour déterminer le nombre de voitures de voyageurs, on le compare, sur les diverses lignes de

chemins de fer, au nombre de locomotives, on trouve que ces nombres sont dans les proportions suivantes, savoir :

En Angleterre.	280 pour 1 locomotive.
En Belgique.	433
Au chemin d'Orléans. .	380
Au chemin de Rouen. .	420
Au chemin du Nord. . .	375

La différence assez considérable qui existe à cet égard entre les chemins anglais et les chemins belges ou français, s'explique par ce fait : c'est qu'en Angleterre il y a beaucoup plus de locomotives proportionnellement au nombre de kilomètres parcourus que sur les autres chemins, de sorte qu'en réalité il n'y a pas moins de voitures de voyageurs.

Cette manière de traiter la question ne peut pas fournir, du reste, de règle bien positive, parce que le nombre de locomotives dépend autant du service des voyageurs que du service des marchandises, et que ces deux services sont dans des proportions différentes, selon les diverses lignes de chemins de fer que l'on concédera.

Une base plus rationnelle, c'est la détermination du nombre de voitures pour le nombre de kilomètres parcourus.

Or, on trouve que sur le chemin d'Orléans il y a une voiture pour 3,270 kilomètres parcourus pour

le service des voyageurs. 3,270

Sur le chemin de Rouen, ce chiffre est réduit à. 2,931

De sorte que la moyenne est de. . . 3,100

L'application de cette moyenne au parcours des voyageurs, sur le chemin de Strasbourg et ses embranchements, parcours qui est de 1,970,337 kilomètres, conduit au chiffre de 630 pour le nombre total des voitures nécessaires.

Nombre de waggons de marchandises et trucks.

Quant au nombre de waggons et de trucks pour le service des marchandises et le transport des chaises de poste, bestiaux, etc., sa fixation présente plus de difficultés, car sur les différents chemins de fer en exploitation en France, on a fait construire un certain nombre de waggons et de trucks dans l'espoir d'un certain mouvement de marchandises que l'on n'a pas encore obtenu. Les waggons à bagages et les trucks pour les chaises de poste dépendent plutôt du service des voyageurs que de celui des marchandises.

Ce nombre de waggons, trucks, etc., peut cependant se déduire par approximation du nombre de locomotives. Ainsi, sur les chemins d'Orléans et de Rouen, il y a environ dix waggons pour une locomotive.

On a adopté la même proportion pour le chemin de Strasbourg.

Le prix moyen des voitures de voyageurs étant de 7,500 francs et celui des waggons, trucks, etc.,

de 4,000 francs, la dépense du matériel des voitures revient pour le chemin de Paris à Strasbourg, approximativement, à 15 francs par mètre courant de chemin de fer.

Celle relative aux grues hydrauliques et accessoires pour l'alimentation des machines, à l'outillage des ateliers de réparation et au mobilier des stations, toujours calculée sur les données fournies par les chemins en exploitation, s'élèverait à 5 francs par mètre courant de clôture.

C'est largement compter que d'admettre 3 francs pour le mètre courant de clôture.

Tels sont les éléments qui peuvent servir à établir le devis de la voie et du matériel d'un chemin de fer. Ils ont été recueillis avec soin ; nous conseillons néanmoins, pour éviter toute erreur, d'ajouter encore à l'ensemble du devis ainsi calculé un vingtième de somme à valoir.

FIN.



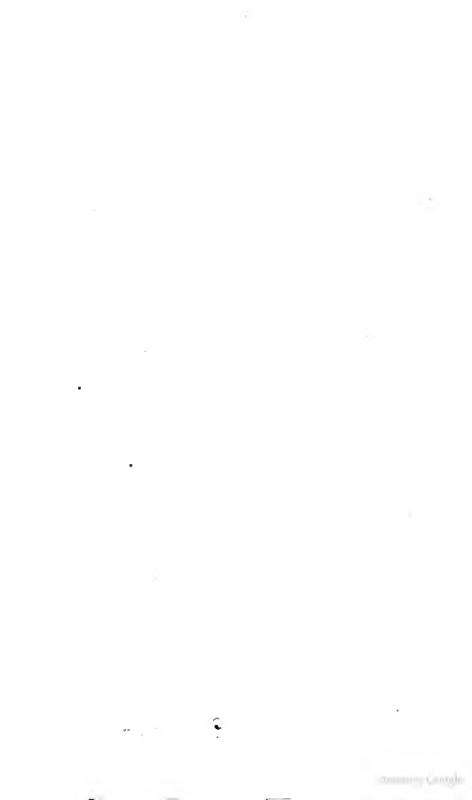


TABLE DES MATIÈRES.



CHAPITRE IV.

DES RAILS ET COUSSINETS, ET DES CAHIERS DES CHARGES POUR LEUR FABRICATION.

CHAPITRE V.

CHAPITRE VI.

DES CHANGEMENTS DE VOIE, PLAQUES TOURNANTES ET AUTRES APPAREILS DU MÊME GENRE.

CHAPITRE VIII.

APPENDICE.

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.

IMENSIOI

(à placer à la fin du texte).

IE ée ies e oirs.	PARTIE occupée par les bâtiments des marchandises.	SURFACE des salles de 2e classe.	SURFACE des salles de 3e classe.	MOUVEMENT journalier moyen des voyageurs dans la gare.	MOUVEMENT journalier moyen des marchandises dans la gare.	MOUVEMENT maximum journalier des voyageurs.	MOUVEMENT maximum journalier des marchandises.
q.	m. q.	m. q.	m. q.	Voyageurs.	Tonnes.	Voyageurs.	Tonnes.
40	5610	260	388	3762	360	8000	1200

des bâtiment
terrains vo
du chemin
n espace de
ependant no
nt énorme
très-petit n
ace de la por
aux voyage
lle a été mes
bâtiments d
ue de la su
sont indiqu
ous l'avons m
de toute la s
, et qui n'a s
compare la s
celle mesuré
e la seconde
d'attente ont
e des march
ur.
d'ailleurs ren

cation du plan donné dans le Portefeuille, a été assez sensiblement
. On a considérablement agrandi le bureau de distribution des
au moyen d'un avant-corps construit du côté de la cour de départ.
ssi construit des bureaux pour les bagages et de nouvelles remises à
ité de cette cour.

rface occupée par la gare de Cambden-Town du chemin de Lon-
Birmingham, gare exclusivement consacrée aux marchandises et aux
est de 11 hectares 3. L'espace réservé aux bâtiments et voies de
ndises à Birmingham, pour le chemin de Londres à Birmingham, est
nt.

ocuments nous ont manqué pour iudiquer l'étendue de la gare des
rs du Great-Western Railway à Londres.

avons supposé la gare des marchandises du chemin de Bristol
ent occupée; elle ne l'est pas encore, mais elle le sera très-
ement. On était occupé, lors d'un voyage que nous avons fait
es, en novembre 1845, à poser des voies dans la partie encore
ée.

ace qui paraît devoir être consacré au service des marchandises, à
our le chemin de Paris à Strasbourg et de ses embranchements, Metz,
6 1/2 hectares, celui consacré au service des grands ateliers,
es.

Paris. — Typographie Hennuyer, rue du Boulevard, 7.



